



RICARDO AMILS

Investigador del Centro de Astrobiología del CSIC, asociado a la NASA

«SI EN UN PLANETA HAY AGUA, LA POSIBILIDAD DE QUE HAYA VIDA ES MUY GRANDE»

Felip Pineda

Cuando uno escucha una expresión con tanta carga poética como «los límites de la vida», es muy probable que lo último que le venga a la cabeza sean los microorganismos que viven en las profundidades del lago Vostok (Antártida) o en las ácidas aguas del río Tinto (Huelva). Sin embargo, la extremofilia establece que estos son los confines de la existencia, las fronteras de la biología. Ricardo Amils, catedrático de Microbiología de la Universidad Autónoma de Madrid (especializado en este campo de investigación), habla con pasión sobre los extremófilos, organismos extraordinarios que son capaces de soportar condiciones ambientales que serían letales para los humanos –y para la mayoría de seres vivos que conocemos–. El estudio de estas condiciones es fundamental para la astrobiología, ya que nos puede ayudar a entender cómo podría ser la vida en otros planetas. Aprovechando la visita del profesor Amils a Valencia con motivo de su participación en el homenaje a Lynn Margulis que celebró el Octubre Centre de Cultura Contemporània, mantuvimos una conversación con él sobre todas estas cuestiones.

Sé que le han hecho esta pregunta en muchas ocasiones y no puede dar una respuesta definitiva, pero vale la pena intentarlo una vez más. ¿Qué es la vida?

Podemos distinguir lo que conocemos como seres vivos, sus propiedades, pero de momento se nos escapa la definición de lo que es la vida. Mentes privilegiadas como Lynn Margulis intentaron definirlo y tuvieron que reconocer que se nos escapa el aspecto fundamental de la biología. Es un paradigma curioso porque estudiamos biología, intentamos profundizar en ella, pero el objeto de estudio no lo sabemos definir.

¿Cree que seremos capaces de conseguirlo?

Como científico me gustaría que algún día alguna mente privilegiada fuera capaz de hacerlo, pero no creo que vaya

a ser fácil. Es algo tan sutil... Los genéticos dan su definición, los biofísicos la suya... Cualquier biólogo podrá describir propiedades de los seres vivos, pero saber cuál es la esencia de todo eso, me temo que de momento no. Ojalá se consiga. Lo celebraremos porque además lo necesitamos.

Desde el punto de vida biológico, ¿existen matices entre la vida y la muerte?

En microbiología, que es mi campo, la muerte no existe porque los organismos se clonan continuamente. La muerte, según decía Lynn Margulis, se inventó cuando se desarrollaron los sistemas eucariotas complejos, en los cuales

hay células especializadas dedicadas a preservar la parte genética y a procrear, y hay otras que están al servicio del sistema. Esa parte muere. La frase poética de Lynn, y también se la he oído a otros, es que el día que se inventó el amor, el apareamiento entre células, se inventó la muerte. Eso es una definición poética más que otra cosa, pero me parece interesante.

Se lo preguntaba en referencia a los virus.

Los virus son, igual que la definición de vida, un problema serio. Todos somos conscientes de que son importantes. Además, hoy en día hay metodologías para poder precisar mucho más la cantidad. En mi campo, lo último que se ha descubierto es que hay muchos más virus en los ambientes extremos que en los ambientes normales. Eso nos quiere decir algo que yo no sé interpretar. De todas las definiciones que existen de lo que es un ser vivo, los virus no conforman muchas de ellas, sobre todo porque no pueden reproducirse. Necesitan un huésped. Pero no hay ninguna duda de que son parte fundamental de la biología y existe la posibilidad de que fueran importantes en los primeros tiempos de la evolución. Desde el punto de vista genético sorprende su buen diseño. Su estructura es una exquisitez.

«ESTÁ ACEPTADO DESDE
EL PUNTO DE VISTA
ESTADÍSTICO QUE TIENE
QUE EXISTIR LA VIDA
FUERA DEL PLANETA
AZUL. LA ASTROBIOLOGÍA
INTENTA DEMOSTRARLO
CIENTÍFICAMENTE»



CUESTIONARIO PROUST

Su virtud: La humildad.

La cualidad que prefiere en un hombre: Generosidad.

La cualidad que prefiere en una mujer: Me ratifico, generosidad.

¿Qué es lo que más le gusta hacer? Ciencia, no sé hacer otra cosa.

La característica que le define: Soy un poco obsesivo.

Su idea de felicidad: Que nos llevemos todos bien y que tengamos la fiesta en paz.

Su idea de desgracia: El egoísmo, que seamos egoístas.

Su color: Amarillo, nunca he sabido por qué.

Su flor favorita: Flor, por consistencia, las margaritas.

Si no fuera usted, ¿quién sería? Me cuesta imaginármelo porque soy tan monodireccional... En mi trayectoria de juventud yo nunca hubiera pensado que iba a ser científico. Entonces me podría haber dedicado a otras cosas de las que me interesaban, como la música o la literatura. Pero me he decantado y nunca he vuelto para atrás.

¿Dónde le gustaría vivir? Me gusta Madrid. Es cosmopolita.

Sus autores favoritos de prosa: Samuel Beckett es mi ídolo de juventud y continúa siéndolo de senectud [ríe].

Sus poetas favoritos: Tengo una lista grande. Acabo de ver en el periódico a uno que me gusta mucho:

Huidobro, chileno. Pero, vamos, que hay otros. No soy muy específico en poesía.

Sus pintores y compositores favoritos: Mi pintor predilecto es Dalí, *by all means*. Compositor... Satie, me gusta.

Sus héroes en la vida real: La gente normal y que hace lo que tiene que hacer.

Sus heroínas en la vida real: Lo mismo.

Sus héroes de ficción: Soy muy malo para ese tipo de cosas. No me decantaría por ninguno.

Sus heroínas de ficción: Barbarella. Me gustaba Barbarella porque era muy guapa. Pero solo por estética, no por nada más.

Su plato y su bebida favoritos: Me gusta mucho el cuscús y beber un buen vino.

Sus nombres favoritos: Olivia, que es el nombre de mi nieta.

¿Qué mascota le provoca aversión? No soy muy amante de las serpientes, de nada que se arrastre por el suelo.

¿Qué personajes históricos le provocan mayor rechazo? Los que han impuesto su criterio. Los fascistas.

¿Cuál es su estado de ánimo actual? Positivo.

¿Qué defectos tolera mejor? En general, la mayoría, porque todos somos defectuosos. Soy tolerante.

¿Cuál es su lema? A por ellos, que son pocos y cobardes.

¿De qué nos sirve saber si hay vida extraterrestre si todavía no conocemos la mayor parte de la vida terrestre?

Si la discusión es sobre si es más importante conocer bien nuestro planeta o empezar a desarrollar metodologías y tecnologías para ver si estamos solos en el universo, yo soy astrobiólogo y entonces tengo que decantarme por lo segundo. Pero no hay obligación de elegir entre las dos opciones; lo importante es determinar qué porcentaje de inversión merece cada una de ellas. Está aceptado desde el punto de vista estadístico que tiene que existir la vida fuera del planeta azul. La astrobiología y los proyectos espaciales intentan demostrarlo científicamente. Pero insisto en que eso no desmerece que tenemos que continuar conociendo mejor nuestro planeta. Por ejemplo, yo ahora me acabo de introducir en el tema de la microbiología del subsuelo y no sabemos nada. Hay un mundo ahí abajo que es independiente de la radiación, es completamente distinto a lo que hemos aprendido, y ni siquiera somos capaces de valorar su volumen, su importancia en biomasa y, sobre todo, su importancia metabólica y

su capacidad de transformar lo que tenemos debajo de la suela de los zapatos.

Usted sostiene que, si existe vida extraterrestre en un planeta como Marte, se encontrará en capas inferiores a la superficie y será microscópica.

Marte se ha escudriñado palmo a palmo. Si hubiera vida en la superficie yo creo que ya la habríamos detectado. De cualquier manera, que exista vida en la superficie de Marte es difícil por la intensa radiación ultravioleta que hay —no hay oxígeno ni, por tanto, ozono— y las condiciones oxidantes que se producen. Los oxidantes son capaces de destruir materia orgánica. Entonces, a partir de los datos de la misión Viking, se concluye que la vida en la superficie no es factible. Pero como hemos aprendido que la vida en el subsuelo sí es factible, ya que a cierta profundidad no hay radiación y probablemente no existen problemas de oxidación, eso sugiere la posibilidad de que si hubiera habido vida en Marte, o si la hay, sea en el subsuelo.



Una visión antropocéntrica nos ha hecho pensar hasta hace poco que no podía existir vida fuera de nuestras condiciones de habitabilidad. Sin embargo, usted trabaja con organismos que viven en lo que se ha llamado «ambientes extremos».

En realidad, la misma definición de extremofilia, que es el nombre del área de investigación, es antropocéntrica porque nosotros establecemos la norma y todo lo que se aleja de ella está en los extremos. Para una bacteria que vive en un géiser de Yellowstone o a muy baja temperatura en la Antártida los raros somos nosotros, porque no seríamos capaces de vivir ahí. Aún así, no hay que olvidar que una parte importante de los organismos que conocemos viven en una franja de habitabilidad con características comunes relativas a la presión atmosférica, la temperatura o la ra-

**«LOS VIRUS SON PARTE
FUNDAMENTAL DE LA
BIOLOGÍA Y EXISTE LA
POSIBILIDAD DE QUE
FUERAN IMPORTANTES
EN LOS PRIMEROS TIEMPOS
DE LA EVOLUCIÓN»**

diación. Fuera de esa franja, la gran sorpresa ha sido encontrar que la vida es capaz de adaptarse a condiciones mucho más extremas. Se están buscando lo que se llama «los límites de la vida».

¿Cuáles son?

En temperatura, por lo que sabemos hasta ahora, se cree que hay organismos que viven, o como mínimo son capaces de permanecer, a 121 °C y -20 °C. En las concentraciones saturantes de sal hay organismos que van en contra de las nociones de biofísica que tenemos, ya que sobreviven a una alta fuerza iónica gracias a un soluto compatible que existe en su interior y que reduce la presión osmótica. Encontramos también microorganismos que viven en pH ácidos. Este caso es muy curioso, porque los ambientes ácidos naturales que conocemos están producidos por la biología. Es decir, no se trataría de una adaptación *sensu stricto* sino que podríamos hablar de unas condiciones extremas creadas por los propios organismos. Otros ambientes extremos están relacionados con la presión –microorganismos que viven en los fondos submarinos– o la radiación –organismos capaces de resistir altas dosis de esta–. Cada condición merece un estudio diferente.

De la misma manera que los organismos que usted ha estudiado en el río Tinto nos pueden ayudar a entender cómo podría ser la vida en Marte, ¿qué aportaciones nos pueden ofrecer otros tipos de extremófilos?

En los ambientes ácidos como el río Tinto, las condiciones a tiempo cero son de neutralidad, pero cuando los microorganismos empiezan a oxidar metales para obtener su energía, se produce un gradiente de protones que son muy activos, necesitan mucho metabolismo para poder sobrevivir y por eso se genera un ambiente ácido. Esa es la lección que aprendemos de ellos. En cuanto a los otros tipos de ambientes extremos, cada uno tiene cosas que enseñarnos. Por ejemplo, podemos observar los mecanismos que utilizan los organismos que resisten a la radiación, ya que ese será el problema más serio que tendrán

los astronautas que vayan a Marte. Los organismos que viven en alta presión también pueden tener propiedades interesantes para nosotros. Pero los que más interés tienen son los organismos termófilos. Como la ecuación de Arrhenius dice que la velocidad de una reacción se duplica cada vez que aumenta la temperatura diez grados, está claro que en bioquímica, si se trabaja a alta temperatura, las reacciones serán mucho más rápidas. Eso

tiene una aplicación práctica clara en biotecnología. Los organismos que viven en altas concentraciones de sal podrían ayudarnos a estudiar reacciones bioquímicas en condiciones casi anhidras.

¿Qué tiene que enviar un humano a una bacteria fotosintética anoxigénica?

¡Mucho! [Ríe.] Algunas bacterias fotosintéticas anoxigénicas son capaces de respirar, fermentar y fotosintetizar, y escogen lo que más les conviene en las condiciones en las que se encuentran. Por lo tanto, si yo volviera a nacer me gustaría ser una bacteria fotosintética porque lo único que tú y yo sabemos hacer es respirar, y obtener energía a partir de carbohidratos. Somos heterótrofos, dependientes de que alguien nos produzca la biomasa que necesitamos oxidar. Estos organismos, en cambio, se pueden adaptar a condiciones muy peculiares.

¿Por qué los astrobiólogos muestran esa obsesión por el agua?

De las condiciones que se necesitan para que exista la vida, en los sistemas que se han caracterizado en la Tierra, hay tres cosas fundamentales: el disolvente (en nuestro caso el agua), la fuente de energía (puede ser muy variada: radiación, compuestos químicos o incluso compuestos inorgánicos) y los nutrientes, los componentes básicos de las macromoléculas (carbono, etc.). En el universo se ha encontrado energía y moléculas básicas para poder sintetizar cualquier compuesto orgánico. Lo único que se requiere es la tercera condición: el agua. De ahí viene la obsesión. Tanto es así que se ha dicho que, si en un planeta hay agua, la posibilidad de que haya vida es muy grande. Esa es la razón por la cual la exploración de Marte tiene interés, no hay ninguna duda de que en Marte ha habido mucha agua y aún la hay. Sus polos tienen hielo de agua en cantidades importantes.

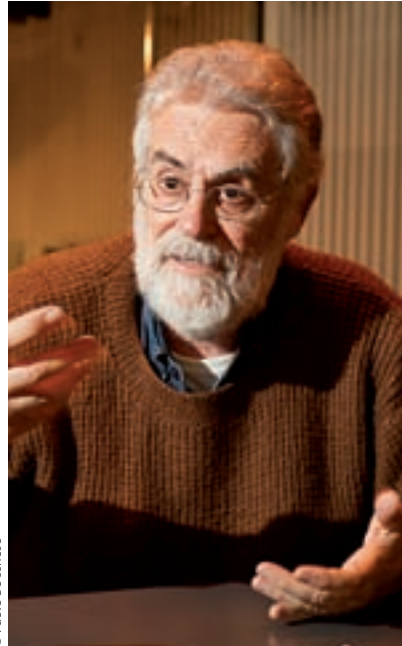
Marte es su segunda obsesión.

Es por proximidad. Marte no es más interesante que Europa, Ganímedes o Titán. Lo que pasa es que llegar

a Marte es mucho más fácil que ir a los otros lugares. Teniendo en cuenta que en una misión espacial hay una parte muy importante de desarrollo tecnológico, la excusa de ir a Marte para aprender a viajar por el espacio es lo suficientemente buena como para continuar yendo. Además, no hay ninguna duda de que Marte y la Tierra eran planetas muy parecidos a tiempo cero, cuando se originaron. ¿Por qué hay vida en la Tierra y en Marte aparentemente no? A lo mejor la ha habido y ha desaparecido. Todas esas opciones son interesantes. Pero sobre todo la respuesta a la obsesión es que es lo más cercano. Es economía.

Según su opinión, la vida se originó en un lugar protegido de la radiación. ¿Por qué?

Bueno, la radiación hace pupa [ríe]. De eso no hay ninguna duda. Es más, la radiación tiene una parte buena y una parte mala. La parte buena es que produce mutaciones y favorece la evolución. La parte mala es que, si el número de mutaciones es demasiado grande, *kaput*, no hay descendencia, y por lo tanto se acabó el experimento. No hay ninguna duda de que cuando la vida apareció sobre la Tierra, hace unos 3,5 miles de millones de años o antes, estábamos frente a dos fenómenos importantes. Uno era que no había oxígeno, por lo tanto no había ozono ni protección a la radiación. El otro eran los impactos meteoríticos. Entonces, para protegerse de la radiación y también de los impactos meteoríticos, el subsuelo es mucho más recomendable que la superficie. De cualquier manera, es una hipótesis. Tan válida como la que defienden personas como Antonio Lazcano, Aleksandr Oparin o Lynn Margulis. Todos comulgan con la misma idea de que el origen de la vida fue fermentativo. Creo que son hipótesis contrapuestas y eso da riqueza a la ciencia. Si estuviéramos todos de acuerdo sería un dogma que nadie discutiría. ☺



«LA MISMA DEFINICIÓN DE EXTREMOFILIA ES ANTROPOCÉNTRICA PORQUE NOSOTROS ESTABLECEMOS LA NORMA Y TODO LO QUE SE ALEJA DE ELLA ESTÁ EN LOS EXTREMOS»

mulgaban con la misma idea de que el origen de la vida fue fermentativo. Creo que son hipótesis contrapuestas y eso da riqueza a la ciencia. Si estuviéramos todos de acuerdo sería un dogma que nadie discutiría. ☺

Felip Pineda. Redactor de la revista MÈTODE. Universitat de València.