

# ASTROBIOLOGÍA (III)

C.A.B (Centro de Astrobiología).  
Deferencia de Francisco Anguita

## EL PLANETA TIERRA, Y OTROS CUERPOS IGUALMENTE EXTRAÑOS

Olvidemos por un momento que nuestro planeta es un hervidero de vida. ¿Hasta qué punto su parte inorgánica -la máquina Tierra- es comparable a los otros cuerpos planetarios? La máquina terrestre se caracteriza por un movimiento continuo: no sólo de su superficie -la conocida deriva de los continentes y los fondos oceánicos, que a su vez determina la distribución *en franjas lineales de volcanes, terremotos y montañas, sino también de su interior: desde el núcleo, cuya agitación térmica produce el campo magnético, hasta el manto (el 80 por 100 de la Tierra), que se mueve en lentas columnas ascendentes y gigantescas cataratas gravitacionales, y que es motor de los continentes. Desde el punto de vista de la Astrobiología, surgen aquí dos cuestiones clave: ¿Es este planeta frenético la regla, o una excepción? Y otra más crítica: ¿Es casual que este cuerpo generoso en su gasto energético sea el único oasis comprobado en el Sistema Solar?*

Cuando preguntas como éstas tengan respuestas firmes, podremos considerar que la nueva ciencia de la Astrobiología comienza a asentarse. Por el momento nuestra primera oleada de robots exploradores nos ha proporcionado muchas sorpresas y pocas confirmaciones. Venus es el caso más destacado. Similar a la Tierra por su masa y

densidad, se esperaba que su dinámica fuese también semejante; pero la realidad se ha revelado mucho más complicada. El planeta hermano no sólo no presenta rasgos de movilidad superficial por ejemplo, los miles de volcanes activos no forman bandas lineales, sino que toda su superficie parece formada en los últimos 400 o 500 millones de años. ¿Qué pasó con las rocas formadas durante el 90 por 100 inicial de la historia de Venus? Quizá fueron sumergidas en un océano de lava, en el tiempo en que, en la Tierra, los anfibios comenzaban su pacífica invasión de los continentes. ¿Por qué estas catástrofes planetarias no han sucedido en la Tierra?

Por el momento, no tenemos respuestas para esta pregunta. Una pregunta con serias implicaciones astrobiológicas, ya que entre los planetólogos predomina la idea de

que el Venus primordial gozó, bajo el joven y mortecino Sol, de un clima moderado, con agua líquida estable, hace unos 4.000 millones de años, la fecha mágica en que la Vida surgió sobre la Tierra. La Vida pudo surgir, pero no mantenerse, en este planeta que parece liberar su energía a espasmos.

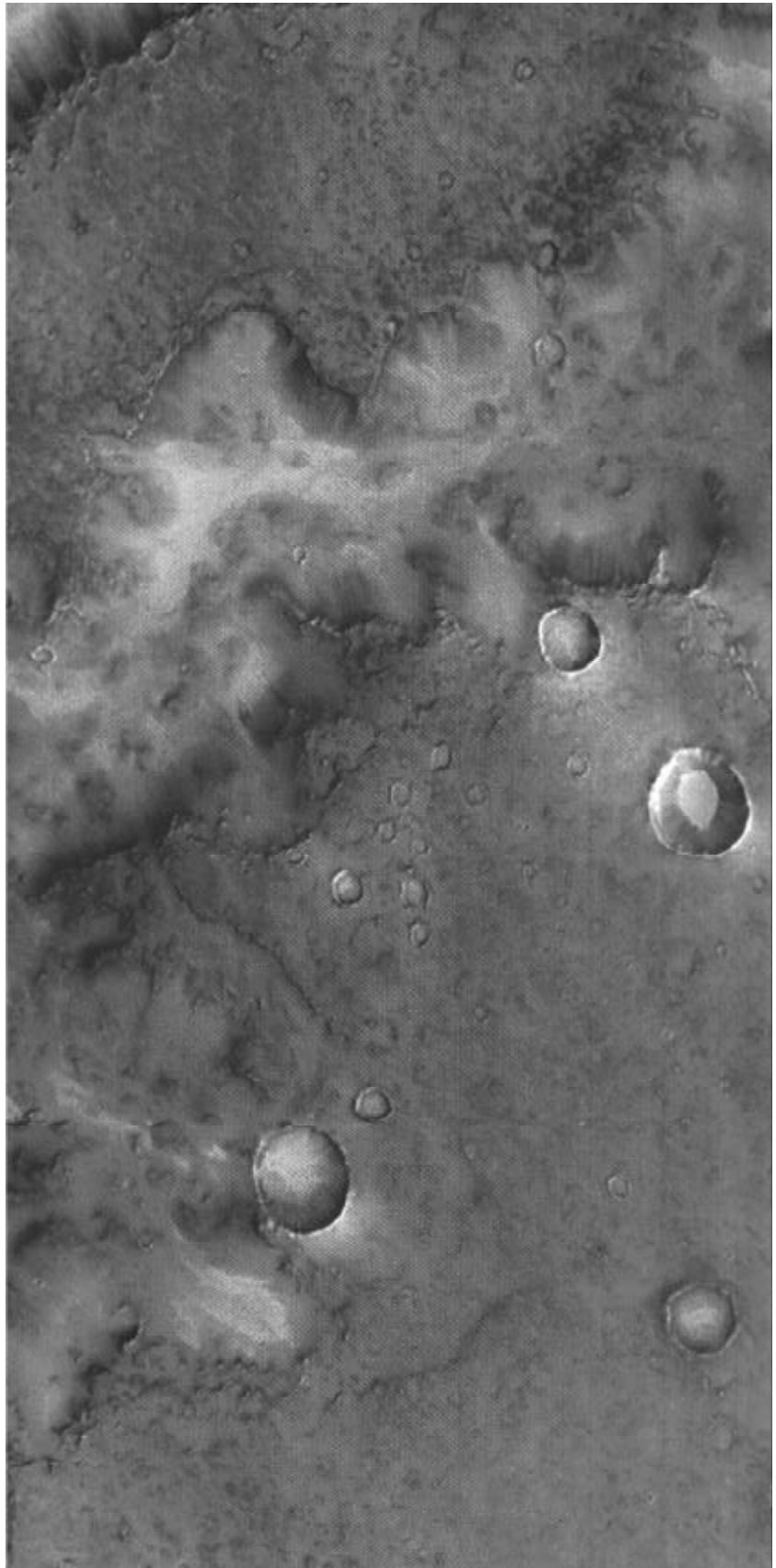
*Asia y el Subcontinente Índico se colisionan en la cordillera del Himalaya. Las fuerzas que se manifiestan son la consecuencia de la disipación de la energía almacenada en el interior de la Tierra.*



## EL CASO DE MARTE

**La superficie erosionada de Mare nos sugiere que en el pasado hubo agua líquida.**

También Marte, un cuerpo ahora helado y seco, pudo albergar mares en los tiempos primordiales. Quizá los ha conocido varias veces a lo largo de su historia, rellenando la gran depresión que existe en el Norte marciano, para evaporarse e infiltrarse de nuevo después. Desde el punto de vista de la Astrobiología, la pregunta a formular es: ¿Podría una hipotética biosfera adaptarse a la desecación casi total de su planeta durante millones de años? ¿Qué clase de patrón evolutivo podría adoptar en el caso de que fuese capaz de evolucionar? Éstas son preguntas para los astrobiólogos del siglo XXI. Lo que es cierto es que Marte representa un ejemplo perfecto del concepto de Cambio Global, desde un clima húmedo y suave hasta el terrible desierto helado que es hoy. Eso sí, a diferencia de Venus -el planeta amnésico -, Marte guarda buena memoria de sus tiempos primordiales: dos tercios de su superficie están formados por rocas que contemplaron los grandes bombardeos de asteroides que se produjeron hace 4.000 millones de años, y aún conserva las enormes cicatrices de esta época cruel. Cualquier reconstrucción de la historia inicial del Sistema Solar debe pasar por el museo marciano.



## ATMOSFERAS: LA ENVOLUTURA DE LA VIDA

¿Por qué Venus es demasiado caliente, Marte demasiado frío y la Tierra goza de la temperatura adecuada?. La primera respuesta que sugiere este pequeño enigma, clásico en la Ciencias Planetarias, es que Venus está demasiado cerca del Sol, Marte demasiado lejos, y nuestro oasis a la distancia óptima. Sin embargo la realidad es algo compleja, y mucho más interesante. La temperatura teórica de un planeta se puede calcular a partir de la radiación solar que recibe, la cual es función de su distancia, pero también – y en grado muy importante – de la radiación rechazada por sus nubes o sus casquetes de hielo. Las temperaturas calculadas así proporcionan valores sorprendentes:  $-44^{\circ}\text{C}$  para Venus,  $-18^{\circ}\text{C}$  para la Tierra, y  $-63^{\circ}\text{C}$  para Marte. ¡Los tres planetas deberían ser helados!. Sin embargo la Tierra disfruta de una placentera media de  $+15^{\circ}\text{C}$ , Venus

de otra no tan cómoda de  $+477^{\circ}\text{C}$ , y hasta Marte es menos frío de lo que debería: su temperatura media es de solo  $-55^{\circ}\text{C}$  ¿Por qué tan enormes diferencias?

Las atmósferas lo explican todo: muchos de sus componentes, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), absorben la energía solar que rebota en la superficie de los planetas: los gases se calientan, y así calientan la superficie. Este efecto invernadero es el causante de las temperaturas reales. Marte tiene una atmósfera demasiado tenue como para que su efecto invernadero sea importante; Venus, una demasiado masiva que ha provocado un invernadero descontrolado que, según los planetólogos, fue la causa de la pérdida de su océano primordial. Vemos, pues, que tanto la composición como la masa de las atmósferas son factores decisivos del clima, y por tanto de la Vida. Como el Sol y los propios planetas, las atmósferas han conocido drásticos cambios, decisivos en el surgimiento y la posible

extinción de una biosfera: por ello su estudio es una de las líneas de avance críticas en Astrobiología.

*Marte, la Tierra y Venus con el Sol al fondo.*



## ENERGÍA PLANETARIA Y VIDA

La inmensa energía que nuestro planeta alberga en su interior se expresa en superficie a través del vulcanismo y la sismicidad. Si

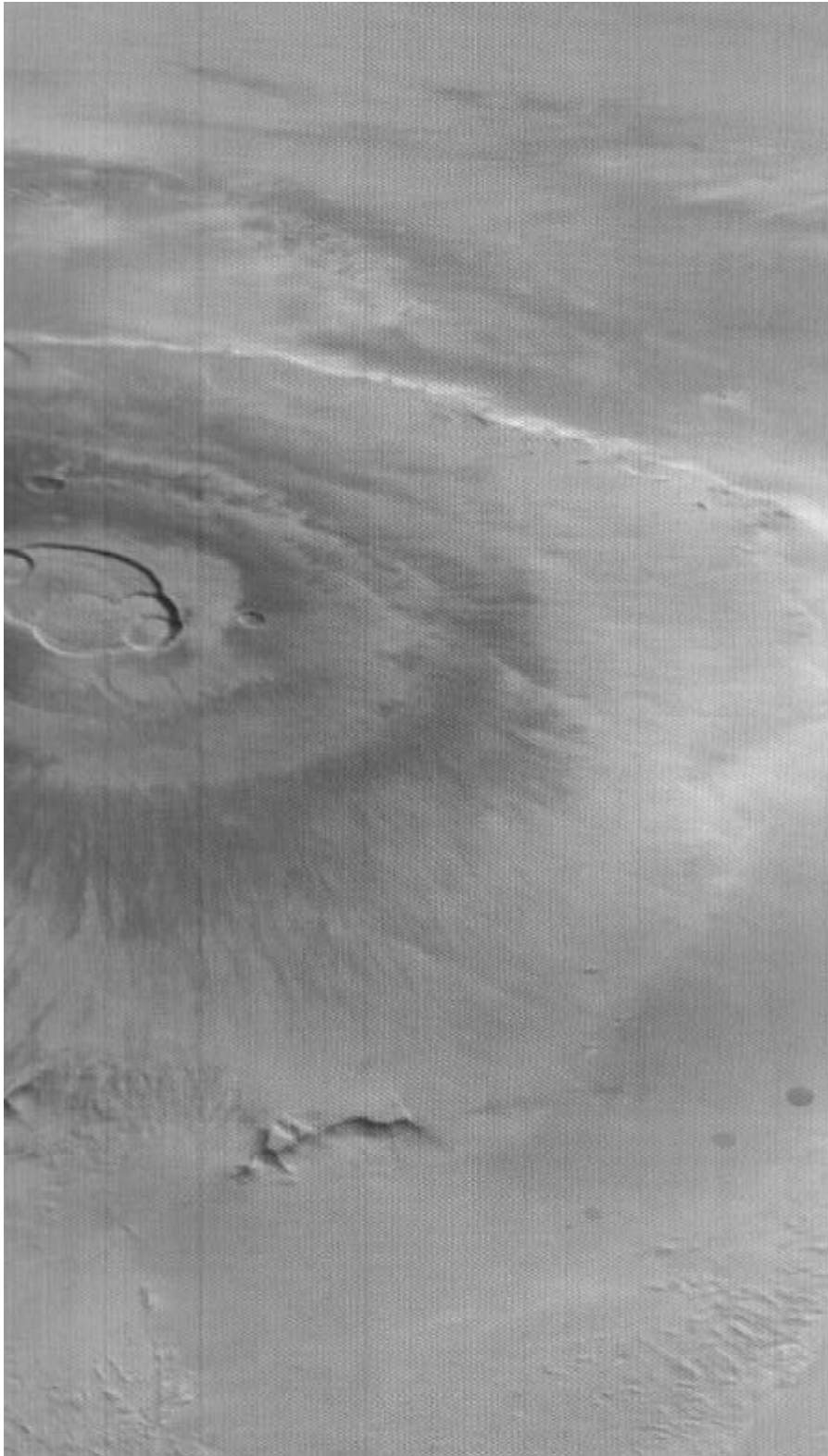
retomamos una de las preguntas anteriores -hasta qué punto hay relación entre la energía planetaria y la aparición y mantenimiento de vida - podremos calibrar el interés de este tema para la Astrobiología. Curiosamente, la relación funda-

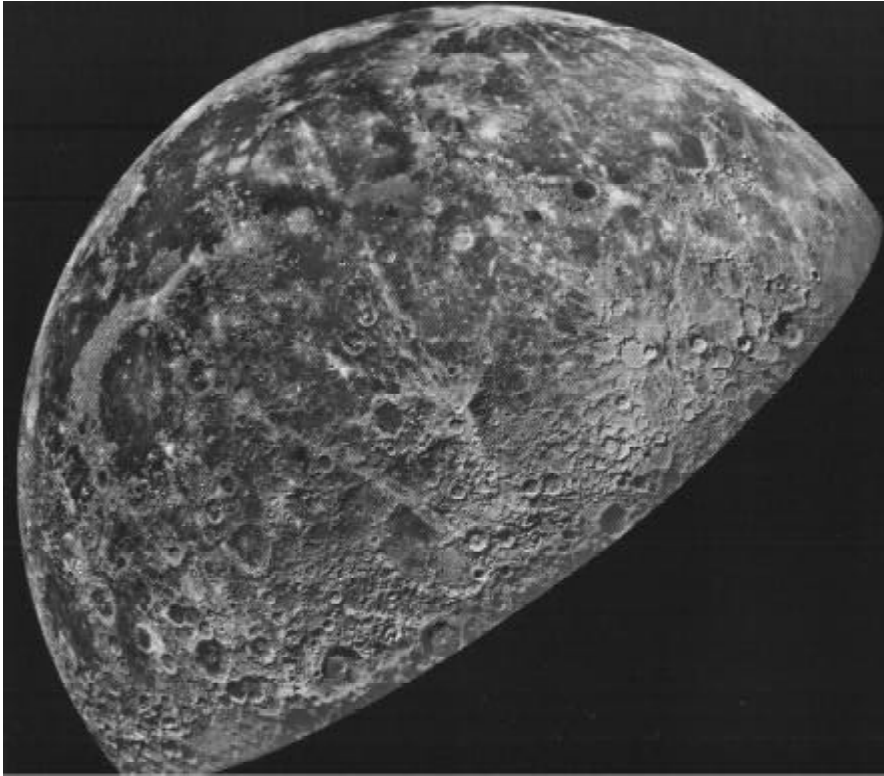
mental entre vida y energía planetaria podría ser de tipo matemático: tanto la energía sísmica como la estabilidad de los ecosistemas podrían obedecer a una relación exponencial llamada ley de potencias.

Esta relación es fácil de explicar en los seísmos: cada día suceden millares de pequeños terremotos, los llamados microseísmos; sin embargo, los grandes temblores (como el «Big One» que temen los californianos) son, por fortuna, tan raros que constituyen noticia en los medios de comunicación. Así pues entre frecuencia y magnitud sísmicas hay una relación exponencial conocida como relación Gutenberg-Richter.

En cuanto a la biosfera, algunos autores proponen que las extinciones -cuya envergadura es también muy variable - siguen leyes de potencia: las extinciones en masa, que según el registro fósil han sucedido tan sólo nueve veces, equivaldrían a los grandes seísmos, mientras que las pequeñas, que afectan a pocas especies en pocos grupos, serían el equivalente de los microseísmos. En general, las leyes de potencia se encuentran por todas partes y a todas las escalas en el Universo: las galaxias siguen una ley de potencia en su jerarquía de tamaños; y, ya dentro de nuestro Sistema Solar, igual hacen los incontables cráteres de impacto que adornan las superficies de todos

*El volcán más grande que se conoce en el Sistema Solar: el Monte Olimpo, con más de 600 km de diámetro en su base y 25 km de altura sobre el nivel medio de Marte.*





*Los cráteres de la Luna son testigos de una época pasada en que pequeños cuerpos veloces que impactaban a veces con cuerpos mayores cruzaban el Sistema Solar.*

los cuerpos planetarios: el número de cuencas de impacto – con diámetros de miles de kilómetros- es muy limitado, pero los cráteres de cientos de metros se cuentan por millares.

El estudio sísmico de otros planetas solo es posible mediante la instalación en ellos de una red de sismómetros, aparatos para registrar las vibraciones del suelo. Hasta ahora, este experimento sólo se ha realizado en la Luna y en Marte, cuerpos ambos de escasa actividad sísmica en el presente. Sin embargo, si tenemos en cuenta que los terremotos se producen cuando se activan o reactivan las fallas –fracturas en las rocas- concluiremos que todos los cuerpos del Sistema Solar, desde Mercurio hasta Tritón, habrían conocido una furiosa actividad sísmica, ya que todos ellos

están fracturados en grado diverso. Hasta que punto esta inestabilidad de las superficies planetarias ha podido tener consecuencias negativas para biosferas potenciales es otra de las incógnitas de la Astrobiología. La sismología, en fin, no se limita a estudiar vibraciones bruscas en los planetas, sino también en las estrellas, desde el Sol a los remotos pulsares. Éstos, estrellas formadas por materia supercondensada, experimentan bruscos cambios de energía que siguen en relación del tipo Gutenberg- Richter. Se ha propuesto que estos fenómenos son del mismo tipo que los que explican los seísmos profundos producidos aparentemente por densificación brusca del material del manto terrestre.

Richter. Se ha propuesto que estos fenómenos son del mismo tipo que los que explican los seísmos profundos, producidos aparentemente por densificación brusca del material del manto terrestre.

Los terremotos, por último, no sólo nos indican que un cuerpo planetario, como nuestra Tierra, está vivo, sino que son un fenómeno cuya comprensión necesita enfoques multidisciplinares: por quedar registrados en las rocas, los temblores de tierra se asemejan a otros procesos geológicos, pero su análisis requiere de conceptos físicos como son el caos determinístico y la criticalidad autoorganizada, conceptos que también se están usando para estudiar la aparición de sistemas vivos. Así vemos que, desde las profundidades de la Tierra a las del espacio, la Astrobiología se sirve de idénticas herramientas conceptuales, las mismas que se utilizarán, a lo largo del próximo siglo, para explicar los momentos críticos de esta biosfera, y quizá también de otras.