

Titán: ¿una incubadora de vida?



A principios del 2005, la sonda Huygens llegó a Titán con el propósito de recabar datos sobre este satélite de Saturno. Durante la misión se constató la existencia de una superficie sólida, así como de ríos o lagos sobre ella.

**Héctor Javier Durand Manterola, Elizabeth Martínez Gómez
y Guadalupe Vaneza Yasmín Peña Cabrera**

Antes de los encuentros de las naves *Voyager*, se sabía que Titán, el mayor satélite de Saturno, tenía una atmósfera. También se creía que se podrían encontrar mares o lagunas de metano o etano líquidos. A la temperatura de la superficie de Titán (178 grados centígrados bajo cero) el agua permanece en estado sólido; de hecho, la principal “roca” ahí es el hielo de agua.

El *Voyager 1* fue programado para tomar vistas de Titán durante su acercamiento. Desafortunadamente se encontró con una impenetrable capa de aerosoles color naranja. Esta atmósfera es rica en nitrógeno y metano. El metano es destruido constantemente por la radiación ultravioleta del Sol, y el hecho de que sea tan abundante muestra que debe haber una fuente que suministre este compuesto a la atmósfera.

El metano puede provenir de algunas formas de vida (aunque esto se considera improbable) o bien de procesos geológicos. Los modelos del interior de Titán señalan la existencia de un océano debajo de la “corteza” de hielo, de más de 100 kilómetros de espesor, compuesto principalmente por una mezcla de agua y amoníaco a una temperatura de 80 grados centígrados bajo cero. Se ha especulado sobre las posibilidades de vida en este océano.

En 1655 el astrónomo holandés Christian Huygens descubrió Titán. En 1944 G. P. Kuiper identificó metano en el espectro de luz procedente de Titán, confirmando así la presencia de una atmósfera.

Antes del encuentro del *Voyager 1* con Titán se midió la temperatura de la superficie de esta luna y con este resultado se sugirió la posible presencia de océanos de metano sobre su superficie.

El 12 de noviembre de 1980, la nave *Voyager 1* pasó a 7 mil kilómetros de Titán. A partir de las observaciones realizadas por el *Voyager*, nuestro conocimiento sobre este satélite de Sa-

turno avanzó, pero al mismo tiempo se plantearon nuevas interrogantes, por ejemplo: ¿cuál es el origen del nitrógeno en la atmósfera de Titán?, ¿qué proceso controla la estructura térmica total de la actual atmósfera de Titán?, ¿la atmósfera es estable contra perturbaciones provocadas por impactos cometarios?, ¿cuál es la respuesta de la atmósfera a los cambios debidos a la fotólisis (rompimiento de moléculas debido a la luz) y cambios de estado del metano?

Titán es el único satélite en el Sistema Solar que posee una atmósfera densa. Algunas pistas que nos ayudan a entender el por qué de su gruesa atmósfera son las siguientes: 1) Titán se formó en la parte fría de la nebulosa solar, permitiendo así la captura de una cantidad favorable de metano y amoníaco para el desarrollo de una atmósfera. 2) La acumulación de una atmósfera fue posible porque Titán está lejos de la influencia de Saturno, y la atmósfera no escapa en cantidades considerables. 3) Como Titán tiene suficiente masa, su estructura interna está perfectamente diferenciada y en consecuencia tiene lugar un degasamiento (escape de gas de sus capas internas) importante. 4) La temperatura superficial es lo suficientemente elevada para mantener cantidades significativas de metano y nitrógeno en estado gaseoso.

El Voyager identificó varios gases en la atmósfera, entre los que destacan nitrógeno, argón, cianógeno, cianoacetileno y etano. Con excepción del metano, todos los estudios teóricos y de laboratorio han mostrado que el etano es el mayor producto gaseoso y que, al alcanzar la superficie, se deposita como líquido.

La química de la atmósfera de Titán puede compararse con la química prebiótica de la Tierra primitiva. La radiación ultravioleta solar y la precipitación de electrones desde la magnetosfera de Saturno son las fuentes de energía para la química en la alta atmósfera, que da como resultado la formación de compuestos orgánicos complejos. Si se simulan experimentalmente las condiciones en la atmósfera de Titán, a través de la irradiación a bajas presiones de una mezcla de nitrógeno con metano, se produce un sólido orgánico parecido al alquitrán, de color café-rojizo oscuro, llamado *tolin*, cuyo aspecto recuerda al rojizo aerosol presente en la atmósfera de Titán. En estos tolines se han encontrado 16 aminoácidos. Este resultado es de suma importancia porque abre la posibilidad de que se forme ácido ribonucleico (ARN) en Titán. En la Tierra este proceso es imposible porque los seres vivos consumirían



Figura 1. Imagen de Titán en falso color, tomada por la sonda Cassini-Huygens.



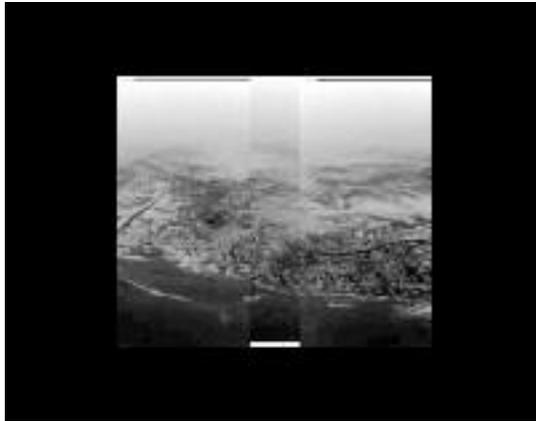


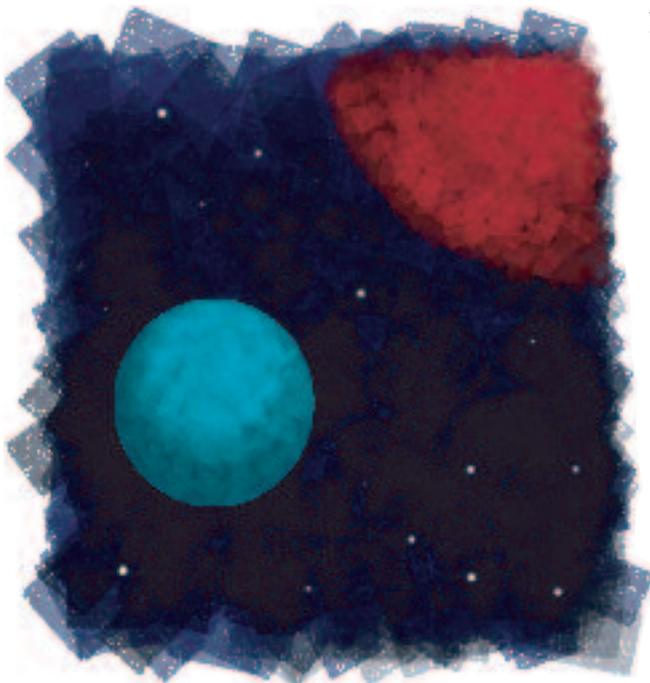
Figura 2. Imagen compuesta de fotos tomadas por la cápsula Huygens, donde se muestra la superficie sólida del satélite y la frontera entre terreno bajo y alto.

todas las moléculas complejas previas necesarias para la formación del ARN.

En los modelos del interior de Titán se ha sugerido la presencia de un océano global, debajo de la superficie de hielo, constituido por una mezcla de agua y amoníaco, con un espesor de más de 100 kilómetros. La existencia de este océano ha llevado a algunos investigadores a postular la existencia de “ventilas” de metano en el fondo de este océano, las cuales podrían mantener “un ecosistema titánico”, donde comunidades de bacterias con su metabolismo adaptado para vivir en esos ambientes serían capaces de sostener formas de vida más complejas. Los ecosistemas terrestres que obtienen su energía química no del Sol, sino de las ventilas hidrotermales en el fondo del océano son los mejores modelos para vida extraterrestre en los satélites de hielo, incluido Titán.

A mediados del 2004 la sonda Cassini y la cápsula Huygens arribaron al sistema de Saturno. Con ello se espera otra avalancha de información que sin duda ayudará a resolver algunas de las interrogantes planteadas hasta el momento. Los objetivos científicos de la misión Cassini-Huygens sobre Titán son: a) determinar las abundancias de los gases en la atmósfera para entender su origen y evolución; b) observar las distribuciones horizontal y vertical de los gases secundarios, y buscar moléculas orgánicas complejas; c) investigar y modelar la atmósfera superior, la ionosfera y la estratosfera, y estudiar la formación y composición de los aerosoles; d) medir la velocidad de los vientos y las temperaturas globales, investigar las propiedades de las nubes de metano, investigar los efectos de circulación y estacionales en la atmósfera y buscar evidencia de relámpagos; e) determinar si la superficie es sólida o líquida, así como su forma y composición.

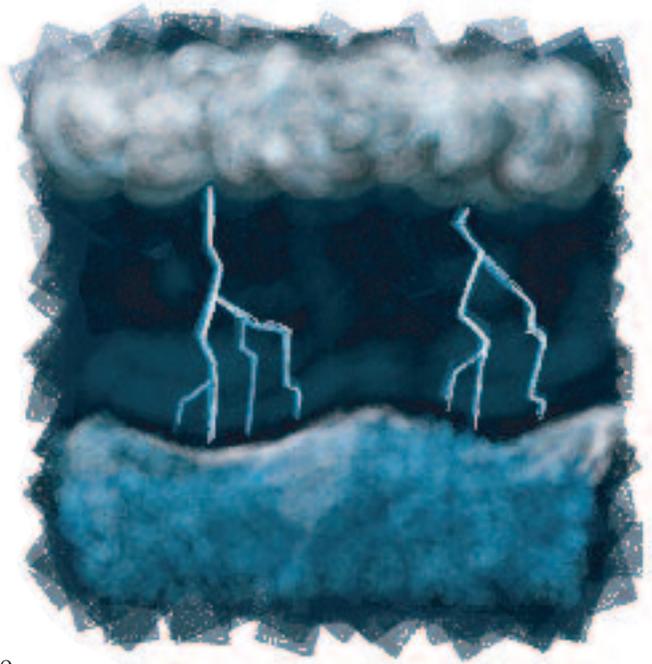
El 14 de enero de 2005, la sonda Huygens llegó a Titán y transmitió datos a la nave Cassini durante cuatro horas en el descenso y tras el aterrizaje. Los objetivos de la sonda Huygens eran realizar un detallado estudio *in situ* de la atmósfera de Titán, así como caracterizar la superficie del satélite a lo largo de la trayectoria de descenso cerca del lugar de aterrizaje. Durante todo el recorrido todos los instrumentos tuvieron acceso directo a la atmósfera. Varios radiotelescopios en la Tierra captaron la señal de radio de la sonda y la continuaron recibiendo, incluso una vez que ya se había superado el tiempo de vida previsto para ella. Los instrumentos de la sonda funcionaron a la perfección, a pesar del fallo en uno de los dos canales de transmisión,



cuyos datos se perdieron. Sin embargo, los datos podrán ser reconstruidos en buena parte a partir de las señales tomadas por 18 radiotelescopios terrestres.

Uno de los principales descubrimientos de la misión en Titán es la existencia de una superficie sólida y de ríos (¿o lagos?) sobre ella. Queda descartada la existencia del océano global en superficie y de las nubes de metano (y por lo tanto de relámpagos) en la baja atmósfera. Sólo se encontraron unas cuantas nubes en uno de los polos.

Dentro de 7 mil millones de años el Sol se convertirá en una estrella gigante roja aumentando la radiación ultravioleta que Titán recibe. Con este incremento de calor, la neblina en la alta atmósfera se expandirá y bloqueará aún más la luz solar. Pero con el tiempo la emisión ultravioleta del Sol decrecerá, la neblina desaparecerá y la temperatura en la superficie aumentará, fundiendo así a las rocas (hielo). Esto permitirá que durante un periodo de 500 millones de años exista un océano líquido de agua-amoniaco. Con ello, Titán podría convertirse en una luna habitable.



Bibliografía

- Chela-Flores, J. (2001), *The New Science of Astrobiology*, Kluwer.
 Khare, B. N., E. L. O. Bakes, H. Imanaka, C. P. McKay, D. P. Cruikshank, y E. T. Arakawa (2002), "Analysis of the Time-Dependent Chemical Evolution of Titan Haze Tholin", *Icarus* 160: 172-182.
 Owen, T. (1982), "Titan", *Scientific American* 246(2):98-109.

Héctor Javier Durand Manterola realizó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde se recibió de físico. Obtuvo su grado de doctor en ciencias en el área de física espacial en el posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM. Ha trabajado diversos aspectos de las ciencias planetarias. Ha publicado 22 artículos en revistas internacionales y ha presentado en congresos nacionales e internacionales 64 ponencias.

hdurand_manterola@yahoo.com

Elizabeth Martínez Gómez realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde obtuvo el título de físico con mención honorífica. Obtuvo su grado de maestra en ciencias en el área de física espacial en el posgrado del Instituto de Geofísica de la UNAM. Actualmente trabaja en su investigación doctoral

sobre la magnetosfera de Saturno y la influencia de la atmósfera de Titán en ella. Tiene dos artículos en arbitraje en revistas internacionales y ha presentado varios trabajos en congresos nacionales e internacionales.

affabeca@avantel.net

Guadalupe Vaneza Yazmín Peña Cabrera realizó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde obtuvo el título de bióloga. Ha trabajado en el área de astrobiología y tiene un artículo publicado en una revista internacional sobre el tema. Ha presentado varios trabajos en congresos nacionales e internacionales.

gpe_vanezy@yahoo.com