

# ¿Hay vida fuera de La Tierra?

Ute Lisenfeld

Dep. Física Teórica y del Cosmos  
Universidad de Granada

## 1. La formación del sistema solar y la evolución de la vida en la Tierra

Para acercarnos a la pregunta sobre la existencia de vida extraterrestre, miraremos primero como se formó nuestro Sistema Solar y la Tierra y como evolucionó la vida en la Tierra. Esto nos puede dar indicios sobre las condiciones necesarias que se tienen que cumplir para posibilitar la existencia de vida.

Nuestro sistema solar se formó debido al colapso de una nube interestelar de gas y polvo. En este colapso se formó el Sol y, debido a la conservación del momento angular, un disco extenso de gas y polvo a su alrededor (Fig. 1). Este tipo de discos, llamados también discos de acreción, se forman prácticamente siempre en el colapso de una nube de gas. En este disco, los granos de polvo chocaron y formaron poco a poco grumos más grandes hasta llegar a tamaño de unos pocos kilómetros de diámetro. Estos “planetisimales” chocaron a su vez entre sí, hasta llegar a formar los planetas, entre ellos la Tierra.



Fig. 1. *Izquierda:* Ilustración artística de un disco de acreción presolar con una protoestrella en su centro. *Derecha:* Observación de un disco presolar, visto de canto y visible como franja negra entre dos zonas de gas iluminadas por la estrella escondida en el disco, hecha con un telescopio del Observatorio Europeo Austral (ESO) (Créditos: ESO, [www.eso.org](http://www.eso.org))

Al comienzo, hace unos 4 mil millones de años, las rocas de la Tierra se derritieron debido a un calentamiento causado por el decaimiento de elementos radiactivos y por la energía

gravitatoria del hierro fluido, que provocaba su hundimiento hacia el centro de la Tierra. Durante esta fase se liberaron gases, que formaron la primera atmósfera de la Tierra, prácticamente sin oxígeno. La falta de oxígeno en la atmósfera impedía la presencia de ozono, lo que permitía a la radiación ultravioleta penetrar hasta la superficie de la Tierra. Estas condiciones desfavorables para la vida por un lado, favorecían por otro las reacciones químicas que darían lugar a las primeras moléculas complejas.

Se piensa que la vida en la Tierra empezó debido a reacciones químicas producidas en este ambiente, lleno de radiación energética (ultravioleta) y abundantes descargas eléctricas. Se formaron aminoácidos y otras moléculas orgánicas. Estas primeras moléculas disueltas en el océano primitivo constituyeron el “caldo primordial” del que surgieron posteriormente, hace unos 3.5 mil millones de años, proteínas, ácidos nucleicos y las primeras células.

Poco a poco la atmósfera se llenó de oxígeno debido a (i) la fotosíntesis de los primeros organismos y (ii) fotodisociación del agua debido a la radiación ultravioleta. Esto tuvo como consecuencia la creación de una capa de ozono que finalmente actuó de pantalla contra la radiación ultravioleta. Ello posibilitó la vida en la superficie de la Tierra y paró la disociación del agua, dejándonos con una cantidad de agua líquida en la superficie terrestre.

Tomando la evolución de la vida en la Tierra como caso típico, podemos deducir algunas condiciones necesarias para que la vida se pueda desarrollar:

- La presencia de agua líquida como disolvente para los nutrientes y los desperdicios, como medio de transporte para sustancias químicas y como importante sustancia para reacciones químicas. Aunque hay otras sustancias (por ejemplo amoníaco o metano) que podrían también cumplir estos propósitos, hay dos propiedades del agua que la hacen única: (i) es líquida en un amplio rango de temperaturas y (ii) en su estado sólido, hielo, tiene una densidad menor, lo que posibilita que los lagos y mares no se hielen enteros, sino solamente en la superficie.
- Disponibilidad de energía. Esta podría tener diferentes formas, por ejemplo radiación solar, energía hidrotérmica o energía geotérmica.
- Presencia de una atmósfera para proteger la superficie de la radiación ultravioleta, de los rayos cósmicos, y de las partículas de alta energía procedentes del medio interestelar; así como para garantizar una estabilidad geológica y climática.

## 2. En busca de planetas habitables

En 1995 se detectó el primer “exoplaneta” (Fig. 2), es decir un planeta alrededor de una estrella que no sea el Sol. Desde entonces se han hecho muchos progresos en este campo, habiéndose encontrado hasta la presente un total de más de 300 planetas.



Fig. 2: Visión artística del primer exoplaneta detectado, junto con su estrella. (Crédito: ESO, [www.eso.org](http://www.eso.org))

Los tres métodos principales de detección de planetas son:

1. Medir el efecto gravitatorio que tiene el planeta en la estrella. Tanto el planeta como la estrella giran entorno a un centro de gravedad común. Como la masa de la estrella es mucho mayor que la masa del planeta, su desplazamiento es menor, pero si el planeta es suficientemente grande y cercano este efecto puede llegar a medirse. El movimiento de la estrella se puede medir a través de su desplazamiento espacial o a través del cambio en su velocidad con respecto a nosotros durante su movimiento orbital (llamado también “método de velocidad radial”). La ventaja de este último método es que se puede determinar con bastante precisión la velocidad con respecto a nosotros. De hecho, la mayoría de las detecciones de exoplanetas se realizan mediante este método. La desventaja del método del efecto gravitatorio es el fuerte sesgo inherente, que favorece la detección de planetas masivos y cercanos a la estrella, al presentar éstos un efecto gravitatorio mayor. La precisión de este método es aún insuficiente para detectar un planeta parecido a la Tierra, y a una distancia similar de la estrella.
2. Medir los cambios en luminosidad que se deben a una ocultación parcial de la estrella cuando el planeta pasa entre la estrella y el observador (Fig. 3). Los cambios en luminosidad son pequeños pero medibles. La desventaja de este método es que exige un buen alineamiento entre la estrella, la órbita del planeta y el observador.
3. Observación directa de un sistema estrella-planeta. Eso sería el método preferible, pero el más difícil de conseguir, ya que el planeta es mucho menos luminoso que la estrella, y debido a que la distancia entre ellos es muy pequeña. Hasta el momento, la detección directa ha sido posible solamente en un caso (Fig. 3).

Hasta el momento se han detectado algo más de 300 exoplanetas, principalmente con ayuda del método de la velocidad radial. Los resultados demuestran que el 7% de las estrellas tienen planetas masivos. No obstante, desconocemos cuantas estrellas tienen planetas de baja masa, ya que las observaciones todavía no son suficientemente sensibles para detectarlas.

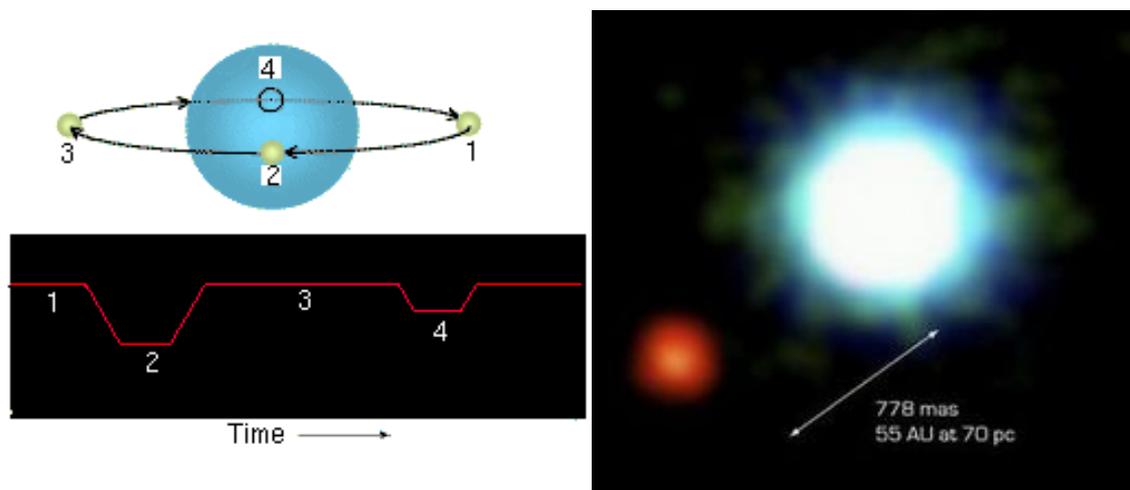


Fig. 3. *Izquierda*: Ilustración del método de cambio en luminosidad: En los

momentos 2 y 4 la luminosidad del sistema estrella-planeta baja porque el planeta tapa parte de la estrella (2) o la estrella tapa el planeta (4). *Derecha:* Primer imagen de una detección directa de un sistema estrella-planeta. La imagen infrarroja fue tomada con el Very Large Telescope (VLT), y consiste de un sistema con una enana marrón (objeto blanco-azul) y un planeta (rojo) de unas 5 veces la masa del sol. (Crédito: ESO, [www.eso.org](http://www.eso.org))

### 3. En busca de inteligencias extraterrestres

Desde los años 1960 se vienen desarrollando investigaciones encaminadas a detectar señales de vida extraterrestre. Estos proyectos se les da el nombre de SETI (“Search for Extraterrestrial Intelligence”). Uno de los pioneros en este campo fue Frank Drake, que propuso en el año 1960 un fórmula para estimar el número de civilizaciones extraterrestres en nuestra galaxia,  $N$ , con las que podríamos ponernos en contacto:

$$N = R^* \cdot P \cdot L$$

Donde:

- $R^*$  es la tasa de formación de estrellas similares al Sol en nuestra Galaxia. Este número lo conocemos bastante bien, es aproximadamente 10 por año.
- $P$  es la probabilidad que una estrella tenga vida inteligente capaz de la comunicación interestelar. Este número lo conocemos menos, pero las observaciones de planetas extrasolares nos han permitido limitarlo mejor. La formación de un planeta alrededor de una estrella parece ser un evento bastante común. No obstante, desconocemos en gran medida la probabilidad de que alguno de estos planetas sea habitable. La aparición de la vida en la Tierra fue relativamente rápida lo que nos hace pensar que la probabilidad de vida en un planeta habitable es alta, quizás el 100%. Así mismo, desconocemos la probabilidad de que se desarrolle una civilización capaz (e interesada) en la comunicación interestelar.
- $L$  es la duración media de una civilización capaz de comunicarse con nosotros. Este número es la incógnita más grande de la ecuación. Un límite inferior podría obtenerse, tomando la humanidad como ejemplo, unos 100 años, y un límite superior la vida de una estrella similar al sol, que son 10 mil millones de años.

Adoptando  $R^* = 10$  por año, y estimando  $P = 0.1$  (un estimación optimista) podemos calcular  $N$  para diferentes valores de  $L$ . De esta forma obtenemos que para  $L = 100$  años (1000 años, un millón de años) resulta  $N = 100$  (1000, un millón) de civilizaciones extraterrestres, potencialmente contactables por nosotros, en nuestra galaxia. Sin embargo, suponiendo una distribución homogénea de las estrellas en el disco de nuestra galaxia, la distancia a la próxima civilización sería enorme: 10000, 5000 y 500 años luz. Estas grandes distancias implican que es imposible comunicarnos con civilizaciones que duren menos de unos 1000 ya que estaríamos ya extinguidos cuando respondieran a nuestro mensaje.

La conclusión es que aunque parece muy probable que hay vida extraterrestre, las distancias pueden ser demasiado grandes para hacer posible una comunicación.

**Para saber más:**

1. Astrobiología: <http://astrobiology.nasa.gov>, <http://cab.inta.es>
2. Exoplanetas: The extrapolar planets encyclopaedia, <http://exoplanet.eu>
3. Instituto SETI: [www.seti.org](http://www.seti.org)
4. Observaciones de exoplanetas hechos con telescopios del Observatorio Europeo Austral: [www.eso.org](http://www.eso.org)