

# LA VIDA

0. Introducción
1. Los Principios de la Termodinámica
2. Conclusiones desde los Principios de la Termodinámica
3. La vida en otros planetas
4. ¿En cuántos planetas de nuestra galaxia podría existir vida inteligente?

## **0. Introducción:**

De todos los astros que conocemos, de todos los lugares del Cosmos hasta ahora observados, el único en el que ha sido constatado el existir de la vida, el único en el que hemos descubierto seres con organización propia, autónoma, autoorganizados, es nuestro planeta, la Tierra.

Cuando se intenta contestar a la pregunta sobre el porqué de la vida en el contexto del Cosmos, sobre el porqué existe vida en este planeta, y sobre si existe o no vida en otros planetas de otros sistemas estelares, es necesario invocar los principios de la termodinámica, por una parte, y el cumplimiento general de las mismas leyes de la física en todos los puntos del Universo, por otra.

Con los principios de la termodinámica podemos intentar la explicación física del porqué de la vida, y con la invariancia de las leyes de la física en todo el contexto del Cosmos entenderemos también que es factible la existencia de vida en otros astros y, en general, en otros sistemas estelares.

## **1. Los principios de la termodinámica:**

Primer Principio. Enunciados varios:

- . "Es equivalente el trabajo y el calor".
- . "Cualquiera que sea el procedimiento empleado para convertir el trabajo en calor o el calor en trabajo, existe una relación constante  $J$  (llamado equivalente mecánico del calor) entre el trabajo  $W$  y la cantidad de calor  $Q$  que intervienen en una serie cualquiera de transformaciones si el estado final del sistema es idéntico al estado inicial, y tal que  $W/Q = J$ , es decir,  $W - J \cdot Q = 0$ "

Segundo Principio. Enunciados varios:

- . "Es imposible realizar una transformación cuyo único resultado sea la conversión en trabajo del calor extraído de una fuente a temperatura uniforme".

. "Una máquina térmica solo puede realizar un trabajo absorbiendo calor desde un manantial a temperatura superior (caliente) y cediéndolo en parte a un manantial a temperatura inferior (frío)".

. "El calor no puede pasar espontáneamente desde un cuerpo más frío a otro más caliente".

. "Es imposible realizar una transformación termodinámica cuyo único resultado sea el paso de calor desde un cuerpo frío a otro más caliente".

. "En cada entorno de cualquier estado termodinámico existen estados que son inaccesibles mediante transformaciones adiabáticas (es decir, realizadas sin intercambio de calor con el exterior del sistema)".

. "Todos los fenómenos naturales son irreversibles".

. "La energía del universo degenera constantemente, y su entropía aumenta constantemente". (Considerando el universo como un sistema aislado).

Tercer Principio. Enunciados varios:

. "La variación de entropía asociada a cualquier proceso térmico reversible de un sistema condensado tiende a cero cuando la temperatura tiende al cero absoluto".

. "Es imposible imaginar un procedimiento que permita llevar un sistema a la temperatura del cero absoluto mediante un número finito de operaciones".

. "La entropía  $S$  de un sistema está relacionada con su probabilidad  $P$  por la fórmula  $S = k \cdot \log P + S_0$ ".

. "Cuanto mayor es el desorden o caos de las moléculas de un sistema aislado (mayor entropía) mayor es la probabilidad de que se encuentre en un determinado estado".

## **2. Conclusiones desde los principios de la termodinámica:**

Conclusión primera:

Los sistemas físicos aislados, que no reciben energía desde el exterior, tienden al desorden, al aumento de entropía, a la desorganización, al caos".

Conclusión segunda:

Cuando un sistema no está aislado, cuando recibe desde el exterior energía, ya sea en forma de trabajo, ya sea en forma de calor, el sistema tiende a autoorganizarse, a ordenarse, a la disminución de su entropía, en un proceso contrario al segundo principio de la termodinámica.

### **3. La vida. La vida en otros planetas:**

¿Qué es la vida?:

Pensamos que la vida, a nivel microscópico, unicelular, es un proceso de autoorganización atómica y molecular. Es un proceso de ordenación de la estructura interna de los sistemas materiales por recepción de energía desde el exterior.

¿Qué energía recibe un sistema para poder organizarse?:

En nuestro planeta, prácticamente toda la energía proviene de la estrella respecto de la cual orbita. El Sol, por tanto, es lo que ha podido originar la vida en la Tierra.

La vida en otros planetas:

¿Existe vida en otros planetas?:

Si se admite que las leyes de la física son las mismas en todos los puntos del Universo, la misma causa que ha originado la vida en la Tierra ha podido originar también la vida en otros planetas de otras estrellas, en los que las condiciones de temperatura, existencia de oxígeno, nitrógeno, etc., sean parecidas.

En nuestro planeta, y según afirma el físico Juan Pérez Mercader en su libro "¿Qué sabemos del Universo?", han tenido lugar seis hitos fundamentales en lo que respecta a la aparición y desarrollo de la vida tal como hoy la entendemos:

1. La síntesis prebiótica de los compuestos químicos de los que surge la vida.
2. La aparición de un ambiente aeróbico.
3. La aparición de los primeros animales.
4. La aparición de las primeras plantas terrestres.
5. La aparición de los primeros animales vertebrados.
6. La aparición del hombre.

Existen teorías diversas, que presuponen diferentes escenarios y que dependen de consideraciones geológicas determinantes para que se pudiera dar un escenario u otro. Estas consideraciones las resume el profesor Mercader en las siguientes variables:

1. Tiempo disponible para que se pudiera dar el origen de la vida.
2. Cuál era el estado de la superficie del planeta cuando tuvo lugar la síntesis prebiótica.
3. Frustración de la síntesis por impactos de meteoritos, etc.
4. Temperatura media de la Tierra.
5. Existencia de oxígeno en la atmósfera primitiva.
6. Composición de la atmósfera.

El Cosmos, en conjunto, es un conglomerado enorme de galaxias. Los sistemas estelares contenidos en todas las galaxias tiene en común algo extraordinario: la posibilidad del proceso de la vida, el proceso por el cual ciertos sistemas se autoorganizan al recibir energía desde el medio exterior en un proceso que es

inverso al de degradación de la energía establecido por los principios de la termodinámica.

Para que se den en un planeta los hitos de la generación y desarrolla de la vida es necesario, entre otras condiciones, que exista agua, moléculas de agua. En este sentido, reproducimos aquí un resumen de un artículo publicado en el periódico El País, de Madrid, en los primeros días del mes de junio de 1997.

-----

*Hay vapor de agua en todos los rincones de la galaxia*

*PABLO FRANCESCUTTI , Madrid, junio, 1997*

*Sabemos que el agua es una de las sustancias más abundantes en nuestro planeta. Pero el saber ahora que también existe bajo la forma de colosales masas de vapor flotando en los intersticios de la Vía Láctea representa, en cambio, una novedad cuyo conocimiento se debe a las investigaciones de Cernicharo y su equipo con el observatorio espacial de infrarrojos (ISO) de la Agencia Europea del Espacio (ESA), hallazgo que se publicará en Astronomy and Astrophysics Letter. Cernicharo se ha especializado en el estudio del medio interestelar y en la búsqueda de nuevas especies moleculares en el espacio y actualmente trabaja de profesor de investigación en el Instituto de Estructura de la Materia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en Madrid.*

*El ISO es un avanzado telescopio enfriado por helio hasta unos 270 grados centígrados bajo cero que se controla en el centro científico y estación de seguimiento de la ESA en Villafranca del Castillo (Madrid).*

*Pregunta. ¿Es esta la primera vez que se detecta vapor de agua fuera de la Tierra?*

*Respuesta. No. Su presencia en las estrellas y en determinadas regiones del medio interestelar se conoce desde hace varios años. Desde finales de 1996 sabemos, gracias a los datos del satélite ISO, de la existencia de vapor de agua en las atmósferas de Saturno, Urano, Neptuno e incluso en el cometa Hale-Bopp. Lo que ignorábamos era la extraordinaria magnitud de su presencia en el medio interestelar, en tamaño un millón de veces superior a lo conocido. Después del hidrógeno molecular y del monóxido de carbono, el vapor de agua ha resultado ser una de las moléculas más frecuentes en las zonas donde se forman las estrellas.*

-----

#### **4.¿En cuántos planetas de nuestra galaxia podría existir vida inteligente?:**

Podemos intentar hacer una especulación, basándonos en el número aproximado de estrellas de la Vía Láctea, en el número de planetas que orbitan alrededor de nuestro Sol, del número de planetas en los que es posible la vida, etc., para tratar de imaginar un posible número de civilizaciones en nuestra galaxia, es decir, para pensar un número probable de civilizaciones técnicas (civilizaciones que hayan llegado ya a dominar la radioastronomía), como realmente existentes en la Vía Láctea.

Existe una fórmula, especulativa, que muestra Carl Sagan en uno de los documentales de la serie Cosmos, que él atribuye a Frank Drake, de Corned, donde hace una consideración de este tipo. La fórmula es la siguiente:

$$N = N_* \cdot f_p \cdot N_e \cdot f_e \cdot f_i \cdot f_c \cdot f_l$$

Donde:

$N_*$  es el número de estrellas de la Vía Láctea.

$f_p$  es la fracción de estas estrellas en las que posiblemente existan planetas orbitando.

$N_e$  es el número probable de estos planetas en los que sea posible ecológicamente la vida.

$f_e$  es la fracción de estos planetas en los que se ha logrado generar algún tipo de vida.

$f_i$  es la fracción de estas planetas con posibilidades de vida en los que realmente se ha podido llegar a vida inteligente.

$f_c$  es la fracción de estos últimos planetas en los que los seres inteligentes han llegado a la capacidad de comunicarse.

$f_l$  es, finalmente, la fracción de éstos últimos en los que los seres inteligentes capaces de comunicarse han llegado ya al dominio de la Radioastronomía.

Y Sagan aplica la fórmula en estos términos:

$N_* = 400.000.000.000 = 4 \cdot 10^{11}$  (número de estrellas de la Vía Láctea).

$f_p = 1/4$  (fracción de estas estrellas en las que posiblemente existan planetas).

$N_e = 2$  (número probable de planetas en cada una de estas estrellas en los que es posible la vida. En nuestro sistema solar, es posible la vida en la tierra, y se supone que podrían darse posibilidades en Marte, Titán- el mayor de los satélites de Saturno- y en el mismo Júpiter).

$f_e = 1/2$  Es la fracción de estos planetas en los que realmente hay vida.

$f_i = 1/10$  Es la fracción de estas planetas con posibilidades de vida en los que realmente se ha podido llegar a vida inteligente.

$f_c = 1/10$  es la fracción de estos últimos planetas en los que los seres inteligentes son capaces de comunicarse.

$f_l = (1/10)^8$  es, finalmente, la fracción de éstos últimos en los que los seres inteligentes capaces de comunicarse han llegado ya al dominio de la Radioastronomía, es decir, al rango de civilización técnica, en el lenguaje de Sagan.

Por tanto, el número de civilizaciones técnicas que podríamos especular como existentes en la galaxia de la Vía Láctea es:

$$N = 4 \cdot 10^{11} \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10^8} = 10$$

Es decir, según esta elucubración, es previsible un total de unas 10 civilizaciones técnicas en la Vía Láctea, una galaxia de 400.000 millones de estrellas.