

Estado vital de la materia. Su origen, su evolución y su futuro

Académico J. Hernando Ordoñez*

Resumen

En este artículo se hacen algunas observaciones sobre un estado de la materia (estado vital), propuesto para reemplazar el de **materia viva**, que se usa habitualmente.

La materia en estado vital se organiza por una fuerza interna, que podríamos calificar como inteligente, que hace que los átomos se orienten y se organicen con determinada finalidad para fabricar células, para modelar órganos y, éstos, para culminar su obra integrándose con la armonía más admirable, para constituirse en organismos ya sea vegetales o animales.

Los planetas no tienen materia en estado vital; son masas que giran y giran, aparentemente sin finalidad conocida. En cambio, en nuestro planeta una buena parte de su masa adquirió vida, lo que llamamos biomasa, que abarca todos los organismos vivos, tanto vegetales como animales, en una proporción tal que si se pudiera calcular su peso nos daría cifras astronómicas.

Sobre el futuro de nuestro sol los científicos predicen que en los próximos 1.100 millones de años aumentará su luminosidad en un 10%. Esto sobrecalentará a la Tierra como consecuencia de un severo efecto de invernadero. El agua de los mares y océanos hervirá y la vida en el planeta se extinguirá.

El universo está constituido por energía y materia, que pueden transformarse la una en la otra. La energía se presenta en varias fases, entre ellas, en la energía eléctrica, la luz y el calor, cuya naturaleza íntima nos es tan desconocida. La materia también está en varios estados: sólido, líquido, gaseoso, iónico, molecular y coloidal.

En el presente estudio intento hacer algunas observaciones sobre otro estado de la materia, que he denominado **estado vital**, nombre que propongo

para reemplazar el de **materia viva**, que se usa habitualmente. Para hacerlo me baso en una consideración elemental: los átomos que integran la biomasa terrestre son los mismos que constituyen la materia inerte, no están vivos. En efecto, los átomos de C, N, K, Na, Cl, P, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, Ca y Co. O, no tienen ninguna de las cualidades inherentes a la vida. De paso es de observar que dichos átomos pertenecen a valores bajos en la escala de Meyer-Mendeljeff.

Origen de la vida

¿Cuándo, dónde, y cómo apareció la vida en nuestro planeta? Demos una ojeada, así sea somera, a las épocas geológicas que nos precedieron.

El material más antiguo conocido data de unos 3.500 millones de años, encontrado en Australia, y por la misma época, otro en Groenlandia. Se trata de células procariotas, que constituyen un acontecimiento trascendental porque indican un paso avanzado en la estructuración de la materia en su transformación del estado inerte al estado vital (Figura 1.)

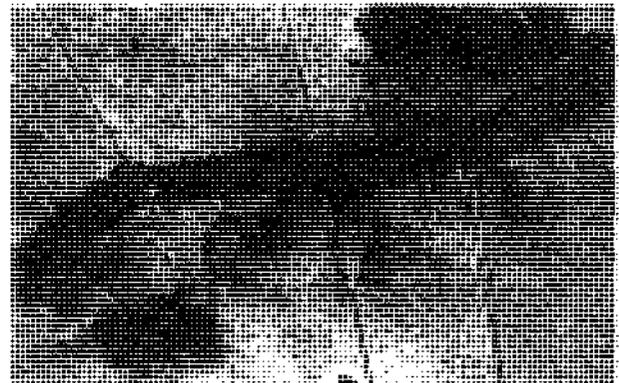


Figura 1. Este microfósil encontrado en Australia con 3500 millones de años de antigüedad es un filamento de células de tipo bacteriano hallado en un depósito de cuarzo negro.

* Miembro de las Academias Nacional de Medicina de Colombia, y Colombiana y Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; Asistente extranjero de la Facultad de Medicina de París. Invitado por el Nobelkommitte for Fysiologi och Medicin, de Estocolmo, para postular candidato al Premio Nobel en Fisiología y Medicina, 1960.

Estas células rudimentarias tardaron unos 1.000 millones de años para aparecer y continuaron su evolución y así fue como en el periodo Cámbrico, unos 2.900 millones de años más tarde, aparecieron los primeros organismos con vida, los invertebrados. En el cuadro siguiente podemos apreciar las sucesivas etapas de la evolución, señalando solamente los pasos más importantes (Tabla 1).

TABLA 1. Edades Geológicas

MILLONES DE AÑOS	PERÍODO/PROCESOS EVOLUTIVOS
4.500-590	Precámbrico. Origen de la vida-Procariontas y eucariotas. Pluricelulares.
590-505	Cámbrico Invertebrados y Eucariotas
505-438	Ordovísico. Primeros peces. Hongos y posibles plantas
438-408	Silúrico. Peces. Artrópodos-Algas.
408-360	Devónico. Peces, Anfibios.
360-286	Carbonífero. Anfibios. Reptiles, Helechos
286-248	Pérmico. Reptiles, Plantas
248-213	Triásico. Dinosaurios. Bosques
213-144	Jurásico. Apogeo de dinosaurios. Reptiles
144-65	Cretácico. Extinción de dinosaurios Marsupiales. Plantas con flores
65-55	Paleoceno. Carnívoros. Primates
55-38	Eoceno. Primates- Caballos. Aves.
38-25	Oligoceno. Grandes mamíferos. Simios. Plantas con flores
5-5	Mioceno. Ballenas. Simios.
5-2	Plioceno. Primates Homínidos. Carnívoros
2-0	Pleistoceno. Homo sapiens Grandes mamíferos. Aves.

Homo sapiens

Los monos aparecieron en escena en el Eoceno, como descendientes de los prosimios. Apare-

cieron dos grupos principales: los *Platirrimos*, de nariz plana y ancha y los *Catarrinos*, de nariz angosta y hacia abajo. Los *Platirrimos* evolucionaron en Sur América y los *Catarrinos* lo hicieron en África, posiblemente en el Oligoceno. La separación de los dos grupos ocurrió con la escisión Godwana, cuando Sur América se separó de África, formando el océano Atlántico.

Raymond Dart descubrió en 1925 un homínido en Taung, África. Lo llamó *Australopithecus* (simio del sur). Louis Leakey y su esposa Mary y su hijo Richard trabajaron en Olduvai, África, durante veinte años, investigando fósiles en relación con el origen del hombre. Encontraron *A.africans*, *A.afarensis*, *A.boisei* y *A.robustus*.

En 1962 Louis Leakey descubrió en Olduvai al *Homo habilis*, de una antigüedad de 1.75 millones de años. Todos estos homínidos caminaban erectos, lo cual les permitió el empleo de las manos.

En 1984 Kamoya Kirmeu y Richard Leakey descubrieron en Kenia un fósil de *Homo erectus* y en el lago Turkana encontraron en agosto de 1984 otro fósil de *Homo erectus*, con una antigüedad de 1.5 millones de años.

Los fósiles de *Homo sapiens* aparecieron en una época reciente, entre 200.000 y 100.000 años. El *Neanderthalensis* está aproximadamente entre 150.000 y 35.000 años.

Todos los estudios de paleoantropología coinciden en afirmar que el *H.Sapiens* tuvo su origen en África y posteriormente pasó a Europa, Asia y demás latitudes.

Bases químicas

El sol nació hace unos 4.500 millones de años y los primeros fósiles de indicios de vida datan de unos 3.500 millones de años. Desconocemos los procesos que ocurrieron en esos 1.000 millones de años. Sin embargo, la ciencia ha logrado, en años recientes, despejar algunos interrogantes atinentes a tan enigmático y grandioso acontecimiento.

Los experimentos hechos por Stanley Miller en el laboratorio de Harold Urey realizaron condiciones que simulaban el medio ambiente que posiblemente reinaba en la tierra en aquellos remotos tiempos. Mezclaron metano como fuente de C, amonio como fuente de N, más el H y el O₂ del agua. Sometieron la mezcla a descargas eléctricas y a temperaturas entre 0° y 100° durante una semana, al cabo de la cual observaron que se habían sintetizado algunos compuestos muy interesantes, entre ellos algunas bases purínicas y pirimidínicas, compuestos de trascendental importancia en Biología, como quiera que constituyen la base, la ma-

teria prima, para la síntesis de las moléculas esenciales, el ARN (ácido ribonucleico) y el ADN (ácido desoxirribonucleico) que entran en la constitución de los seres vivos, tanto vegetales como de la escala zoológica.

En la actualidad el ARN y el ADN son sintetizados por los seres vivos. Si retrocedemos a los tiempos remotos, al origen de la vida, tenemos que llegar a un momento en que fueron sintetizados por mecanismos que desconocemos. Posiblemente hubo primero la síntesis del ARN, de molécula más sencilla y, con el correr del tiempo evolucionó para fabricar el ADN. Otra fase, la más trascendental dentro del proceso, es que una vez sintetizados estos compuestos, qué factor les imprimió vida para reproducirse y fabricar células vivas? "El impenetrable misterio del origen de la vida", dijo Pasteur. Indudablemente la intervención del sol tuvo que ser definitiva, seguramente por esa pequeña franja de la radiación, de la longitud de onda que veremos adelante. Por los fenómenos de fotosíntesis el sol ha fabricado vida desde hace millones de años y continúa fabricándola y seguirá haciéndolo por millones de años.

La composición química del ADN es bastante compleja. La podemos apreciar en la figura 2.



Figura 2. Esquema de una molécula de ADN.

Los lados de la escalera espiral están constituidos por moléculas de un glúcido y fósforo, dispuestos alternativamente. Los peldaños perpendiculares a la es-

calera están constituidos por bases purínicas, adenina y guanina y pirimidínicas, citosina y timina, en relación de dos bases por cada travesaño (ACGI). Cada base está unida covalentemente con el glúcido de la espiral. Los pares de bases están unidos por eslabones de hidrógeno en la proporción de dos bases por cada travesaño.

La estructura tan compleja del ADN fue descubierta en 1953 por James Watson (americano) y Francis Crick (inglés) quienes trabajaban en el laboratorio Cavendish en Cambridge, Inglaterra. Por la trascendencia de su descubrimiento fueron galardonados con el Premio Nobel.

Otro descubrimiento igualmente trascendental lo hicieron Edgard Lewis, Eric Wieshaus (americanos), Chistiane Nusslein Volhard (alemán), quienes encontraron que el número de bases, y de manera especial, su secuencia, constituyen la base de la vida y la identidad de los organismos. El número de bases y la secuencia de ellas en la molécula de ADN definen que sea un vegetal, un lobo, un elefante o un hombre. Por este hallazgo fueron también merecedores del Premio Nobel.

Cada célula de nuestro organismo (unos 10.000 billones) tiene un juego completo de bases con las instrucciones para fabricarnos. Las secuencias fundamentales de la cadena del ADN no forman órganos. Estas secuencias determinan la constitución de planillas moleculares sobre las que se organizan las moléculas nuevas encargadas de fabricar los órganos.

Mutaciones

En ocasiones acontecen errores de los mensajes, que pueden continuar como tales, convirtiéndose en mutaciones. Cuando un filamento está copiando a otro, a veces se produce un error y se inserta una secuencia nueva en un nucleótido equivocado, por ejemplo una adenina en lugar de una guanina. Errores de mensajes no corregidos se propagan a futuras generaciones. Dichos cambios en la secuencia de ATGC se denominan mutaciones.

Hay una maravillosa industria molecular que repara o reemplaza los ADN dañados, con la más estricta precisión. La longevidad está relacionada con la industria de la reparación del ADN.

Generación espontánea

Una de las teorías que reinó durante siglos sobre el origen de la vida fue la llamada generación espontánea, hasta cuando el gran sabio francés, Louis Pasteur, la estudió experimentalmente y concluyó que en la época actual no existe. Sin embargo, no la descartó cuando dijo lo siguiente en la conferencia que dictó

en la Sociedad Quilic de París en marzo 19 de 1869:

"Et vous le remarquerez je n'ai pas prétention d'établir que jamais il n'existe des générations spontanées. Dans les sujets de cet ordre on ne peut pas prouver la négative". Más adelante continuó "Quoi qu'il en soit, messieurs, n'exagerons rien. Dans les sujets délicats, sachons nous arreter la ou s'arrete l'expérience".

Origen de las especies

Dentro de los numerosos hombres de ciencia que se preocuparon por el origen y la evolución de la vida, indudablemente Charles Darwin se destaca por sus investigaciones sobre el particular. Darwin hizo una expedición de estudio de la fauna y la flora en diferentes países y de ellos dedujo su famosa teoría sobre el origen de las especies.

Darwin, de origen inglés, partió de Inglaterra en diciembre de 1831, hizo escala en Bahía, Brasil, recorrió las costas Atlántica y Pacífica de Sur América, exploró las Islas Galápagos, donde encontró plantas y animales que no conocía en ninguna otra parte. De allí siguió para Nueva Zelanda, paso a Australia, regresó al Atlántico, hizo escala nuevamente en Bahía y regresó a Inglaterra. La expedición duró tres años y medio.

Maduró su teoría durante 20 años y la publicó en su famosa obra **El Origen de las Especies** en noviembre de 1859. Parece que la demora para publicarla se debió a sus creencias religiosas. Sobre el concepto de la existencia de un Dios omnipotente dijo que esta creencia *"ha sido siempre resuelta afirmativamente por los entendimientos más elevados de todos los tiempos"*.

Morfogénesis

El profesor Luis Zea Uribe definió magistralmente este proceso cuando dijo "La vida está constituida por equilibrios atómicos inestables que hacen de nuestro cuerpo una arquitectura transitoria y fugaz".

El crecimiento de los seres vivos, tanto unicelulares como pluricelulares, obedece a dos fuerzas o factores que podríamos llamar morfogénicas: una que estimula el crecimiento, que podría llamarse factor A y otra que podría ser el factor B, que lo detiene. El factor A está relacionado con los factores de crecimiento, entre ellos las hormonas. En cambio el factor B pareciera totalmente desconocido, pero la experiencia indica que debe existir.

El crecimiento de todos los seres vivos, tanto vegetales como animales, tiene un límite propio para cada especie. En el caso de la cicatrización de las heridas se hace por la reproducción celular, y cuando el proceso ha logrado la reparación del tejido, se detiene su crecimiento, por lo cual intuyo que debe existir un factor o fuerza que

lo detiene. El factor B, en el caso del cáncer, podríamos pensar que sería en todo o en parte ocasionado por la falta del hipotético factor B.

En todo momento y lugar podemos constatar la acción de estas dos fuerzas, ya sea fabricando las más lindas flores o árboles o, para citar el máximo de la perfección, modelando tantos y tantos detalles que constituyen el cuerpo humano. ¡Las maravillas que hace el ADN!

Se dice habitualmente que la naturaleza es sabia, y es cierto, pero es infinitivamente más sabio el que la creó.

Superficie específica

La relación que existe entre la masa y su superficie se denomina *superficie específica*. Hasta donde llega mi información, este fenómeno no ha sido estudiado en relación con el estado vital. Por mi parte, lo he analizado en varias publicaciones.

Los fenómenos de superficie están estrechamente relacionados con los de catálisis, los cuales intervienen en casi todas las reacciones químicas y de manera especial en los procesos metabólicos inherentes al estado vital. En las últimas décadas se ha incrementado su estudio, a tal punto que se habla de "Surface Sciences" o "Ciencias de las superficies" que estudian los procesos inherentes a la superficie. Para damos una idea sobre su importancia podemos citar un ejemplo: la superficie de 1cc³ de oro en bloque es de 6 cm²; si se reduce a gránulos de tres millonésimas de milímetro su superficie será de 1000 m².

A medida que se asciende en la escala biológica, ya sea en el reino vegetal o animal, vemos asociarse a las células entre sí, primero en colonias y después bajo una organización perfecta para formar organismos complejos, cuya masa está aumentada, pero cuya superficie específica está enormemente aumentada, merced a los dispositivos más ingeniosos que podamos imaginar.

De acuerdo con los datos anteriores podemos concluir que debe haber una relación entre la masa y su superficie específica, lo cual podríamos resumir en una manera de enunciado, que podría ser: para la integridad del estado vital es necesario que conserve su superficie específica por encima de un valor crítico. En tal virtud tendríamos $S > K$, estado vital, siendo S la superficie específica y K el valor crítico. Si $S > K$, muerte del estado vital.

Pero qué valor corresponde a S? En los organismos unicelulares habría que tener en cuenta la superficie de la célula y agregarle la superficie de sus diferentes formaciones histológicas, más la de las micelas y la de las moléculas. Hay que incluir la superficie intrínseca porque es allí donde tienen lugar los procesos metabólicos y fisicoquímicos inherentes al estado vital.

En los organismos pluricelulares es más complejo el problema. Habría que valorar todas las superficies, tales como hojas, estructura del tronco y de las raíces. En el reino animal sería la superficie externa más la de los pulmones, vías digestivas, riñones, más la de los hematíes, glóbulos blancos, plaquetas y la infinidad de más datos que podríamos mencionar.

Por qué es necesario que el estado vital deba mantener su superficie específica por encima de su valor crítico?. La materia en estado vital es esencialmente inestable, necesita consumir energía constantemente y ésta le llega por su superficie. Todavía más: todas las etapas de su metabolismo las verifica en la intimidad de las superficies coloidales y moleculares.

De acuerdo con lo anterior, podemos concluir que el estado vital requiere para su existencia ciertos factores constantes, tales como temperatura, presión, humedad, luz, a los cuales hay que agregar valores óptimos de su superficie específica.

Maravillas del estado vital

La belleza que le dan los seres vivos a nuestro planeta no la apreciamos en su esplendorosa magnitud porque convivimos con ella; todo nos parece natural, trivial. Sin embargo, voy a mencionar unos pocos ejemplos tomados al azar, entre los millones que podríamos analizar.

La naturaleza de los seres vivos, está dirigida por dos grandes instintos a cuál más poderoso, que determinan los actos de su existencia: el instinto de conservación del individuo y el instinto de conservación de la especie, instinto sublime que guía nuestros pasos y que, gracias a él, se ha conservado la vida en el planeta durante tantos millones de años.

Si analizamos los complejos mecanismos para perpetuar la especie, tanto en las plantas como en el reino animal, tenemos que admirar la inteligencia suprema que los diseñó y los creó. Ante la imposibilidad de contemplar las múltiples y más variadas manifestaciones y fenómenos, detengámonos a reflexionar sobre la fecundación y posterior evolución del óvulo, que en su diminuta pequeñez alberga todo un código genético, para fabricar un organismo semejante al que le dio origen. Este óvulo, con el tiempo fabricará nuevos gametos que continuarán haciendo otro tanto durante años y más años, a tal punto que se pueden considerar como células inmortales. Es tal la pequeñez del óvulo que se ha calculado su masa en un picogramo (una trillonésima parte de 1 gramo), 10^{-12} g.

Cómo no admirar las diferentes etapas en la reproducción, por ejemplo, de las aves, desde el momento en que con tanta maestría fabrican sus nidos y cómo más tarde cuidan con esmero a sus hijos. A

propósito, quién calcula la superficie de las alas con relación al peso del cuerpo para poder volar?

Cómo no admirar en los mamíferos los múltiples fenómenos por medio de los cuales la madre alimenta al hijo que vive en su vientre y, cuando nace, continúa alimentándolo con la leche que contiene los elementos que necesita para su desarrollo.

Cómo es de maravilloso el fenómeno de la visión: Dios creó la luz y su complemento, el ojo. Creó el sonido y creó igualmente el oído. Todo lo que nos rodea despierta en nuestra mente admiración ilimitada. ¿Qué podemos decir del corazón que puede trabajar durante un siglo sin descansar ni un minuto?

En el reino vegetal es igualmente digna de admiración su fisiología, como extraen de la tierra, gracias a sus raíces, los elementos, la materia prima, para crear vida, transformando materia inerte y darle estado vital. Cómo fabrican las más bellas plantas, las más lindas flores, y los más deliciosos y variados frutos.

Materia y pensamiento

Paso por alto los millones de fenómenos que podría continuar citando, para detenerme en la contemplación de la obra cumbre de la creación, el cerebro humano y con él, el pensamiento. El Creador gastó millones de años para fabricar un hombre. Recuerdo en estos momentos las palabras del Profesor Luis López de Mesa en uno de sus elocuentes discursos, refiriéndose al valor de un hombre: "Me he preguntado si somos ese ente insignificante, efímero, que no deja rastro en el ambiente de la infinidad de la eternidad, si somos un cocuyo luminoso en la noche eterna. El hombre es la majestad del cosmos" y, haciendo la salvedad de que no es herejía, al concluir su bellísima improvisación, exclamo: "El hombre complementa a Dios".

El pensamiento es patrimonio del reino animal. Los animales tienen pensamiento, rudimentario, pero lo tienen. El trabajo que hacen las abejas, las hormigas, es fruto del pensamiento.

El mosquito que ataca, que huye, que busca su alimento, que busca a su compañera, lo hace porque tiene cerebro y piensa. Refiriéndose a las actividades de las hormigas, Darwin expresó: "Aunque poseen ganglios cerebrales no mayores de la cuarta parte de una pequeña cabeza de alfiler, muestran tanta diversidad de instintos, facultades mentales y efectos, haciendo que desde este punto de vista sea el cerebro de estos animales uno de los átomos materiales más maravillosos de la creación".

No salgo de mi asombro cuando me pregunto cómo piensa el cerebro. O sea, cómo piensa la materia, teniendo en cuenta que el cerebro está constituido por materia, en buena parte por agua y el resto es C,

N, Na, K y todos los demás elementos químicos conocidos.

Mi perplejidad no tiene límites cuando contemplo las alturas intelectuales que alcanza el cerebro humano, en casos tales como un Einstein, un Pasteur, un Beethoven, un Leonardo da Vinci y tantos genios que han iluminado la vida de la humanidad.

En el caso de Einstein, qué poder sobrenatural tenía para hacer tan geniales disquisiciones? ¿Cómo concibió la ley de la equivalencia de la masa y la energía? ¿Cómo calculó con tanta precisión el ángulo de la desviación que sufre un rayo de luz que pase cerca a un campo gravitatorio? ¿Cómo revolucionó en tantos campos el saber humano!

En el caso de Pasteur, qué espíritu, qué luz iluminaba la senda que debía recorrer para dar solución experimental a los difíciles y tan disímiles problemas que se proponía y, lo que es de admirar más, cómo a todos les daba solución. Problemas tales como el estudio de los cristales, la enfermedad del gusano de seda, las fermentaciones, la generación espontánea, sobre el carbón, sobre el cólera, en fin su obra maestra, sus estudios sobre la rabia y su culminación con la primera vacunación en el hombre, practicada a Joseph Meister, un niño de 9 años, en julio 6 de 1885. Por algo dice la Biblia que Dios hizo al hombre a su imagen y a su semejanza.

Futuro del hombre

Nuestra residencia, la tierra, es una nave espacial. Como nave espacial que es, tiene todos los recursos que necesitamos para nuestra subsistencia, pero el caso es que esos recursos son limitados y necesitamos ahorrarlos, preocupación por la cual la humanidad ya ha empezado a tener conciencia.

Uno de los recursos más importantes es el agua, que ya se está escaseando en algunas partes del planeta en ciertas épocas del año.

Al crecer las ciudades invaden los campos de cultivo, lo cual traerá disminución de alimentos. Un factor adverso es la contaminación del aire y de las aguas, lo mismo que la acumulación de CO₂ en la atmósfera.

Otro problema que preocupa es la disminución de la capa de ozono en la atmósfera, factor que ya se está controlando.

La superpoblación del planeta por la especie humana es uno de los problemas más preocupantes, si se tienen en cuenta los millones de años que, según cálculos, le esperan al género humano. Por curiosidad se me ocurrió hacer la cuenta de los habitantes que tendrá Bogotá dentro de 80 años. Actualmente tiene unos ocho millones. Como la ciudad ha venido duplicando su población cada 20 años, dentro de 80 años

tendrá una población de 128 millones de habitantes, y dentro de 100 años tendría 256 millones. Para prevenir y controlar semejante problema no se ven sino dos alternativas: o controlar la natalidad o aumentar la mortalidad por medio de guerras, para lo cual la humanidad cuenta con armas cada vez más sofisticadas.

No podemos desconocer que los adelantos científicos y tecnológicos de la medicina han contribuido a la superpoblación del planeta prolongando la duración del promedio de vida que, en términos generales, se ha duplicado en los últimos cien años.

Vida extraterrestre

Bajo la dirección de Francisco Donald Drake han organizado en Estados Unidos el proyecto OZMA para estudiar posibles señales de radio provenientes del espacio, para investigar la existencia de inteligencia extraterrestre (SETI) (Search for Extraterrestrial Intelligence). Tan segura está la comunidad científica de captar estas señales, que desde hace unos 10 años la Academia Internacional de Aeronáutica está planeando qué va a hacer cuando las reciba.

En los planetas de nuestro sistema solar no hay posibilidad de que haya vida porque su temperatura no lo permite. Júpiter está a -150°; Saturno a -180°; Mercurio a +430°; Venus a +480°. Posiblemente Marte sea el único planeta habitable.

El científico del espacio, Stephen H. Dole, ha estudiado la probabilidad de que existan otros planetas aptos para el desarrollo de vida. Según sus cálculos el planeta más cercano a la tierra en tales condiciones puede estar a unos 27 años luz de distancia. Otros autores hablan de 4 años luz.

Podemos pensar que no estamos solos en el universo si tenemos en cuenta su magnitud. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, tiene unos 400 millones de estrellas. Hay 10¹¹ galaxias, cada una con millones de estrellas. Nuestro planeta está a 8.000 millones de años luz del borde del Universo conocido.

Energía solar

Según la ley de la transformación de la materia enunciada por Einstein $E = mc^2$, la energía es igual a la materia que se pierde, multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado. Esta relación entre la masa y la energía permitió, por primera vez, explicar el problema de la energía solar. Como es tan grande el valor de la velocidad de la luz al cuadrado, la fórmula establece que una débil cantidad de masa puede transformarse en una gran cantidad de energía. Esta es la razón para que el sol haya irradiado tanta energía durante tantos millones de años.

El espectro electromagnético del sol tiene longitudes de onda que van desde décimas de nanómetro (1 nanómetro es 10^{-9} de metro) en los rayos gamma, hasta ondas de 1 kilómetro en las ondas de radio de baja frecuencia. Cada tipo de longitud de onda contiene su propia energía, mayor en las ondas cortas y viceversa, con las ondas largas (figura 3).

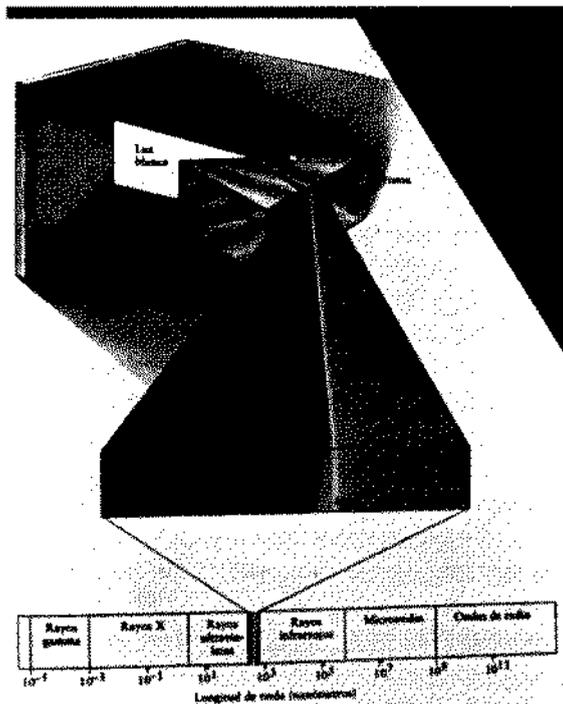


Figura 3. Distribución de espectro solar. A la izquierda están las radiaciones de onda corta (Rayos Ultra Violeta, Rayos X y Rayos Gamma). A la derecha las de longitudes de onda larga (infrarrojos, microondas, radio). La pequeña franja en el centro comprendida entre 380 y 750 nanómetros es la responsable de la visión del crecimiento de los vegetales por los fenómenos de fotosíntesis, convirtiendo a las plantas en grandiosas fábricas de vida.

La diferencia entre las ondas que podemos ver y las que no, es solo de unos pocos nanómetros. Esta pequeñísima franja del espectro electromagnético es la responsable de la visión, del crecimiento de las plantas y de los fenómenos de fotosíntesis, convirtiendo las plantas en gigantescas fábricas de vida.

Futuro del sol

Sobre el futuro de nuestro sol los científicos predicen los siguientes acontecimientos:

En los próximos 1.100 millones de años aumentará su luminosidad en un 10%. Esto sobrecalentará nuestro planeta a consecuencia de un severo efecto de invernadero. El agua de los mares y océanos hervirá y la vida en el planeta se extinguirá.

Dentro de unos 6.500 millones de años el sol duplicará su luminosidad y agotará las reservas de

hidrógeno del núcleo. Esto hará que el volumen del sol empiece a crecer.

En unos 8.000 millones de años el sol crecerá unas 116 veces de su tamaño actual. Esta estrella gigante llegará a invadir los planetas Mercurio y Venus, y es posible que al nuestro también. Se constituirá en una **estrella gigante roja**.

Cuando se le agote todo el hidrógeno empezará a gastar helio. Este combustible le durará poco, unos cien millones de años.

Al cabo de unos 12.000 millones de años se convertirá en un **enano blanco**.

Este final tan violento no será, posiblemente, el final de la especie humana si la ciencia y la tecnología continúan perfeccionándose; el hombre será capaz de poblar otros planetas. Su residencia podrá estar a millones y millones de kilómetros de su residencia actual, la Tierra.

Bibliografía

1. Black S. Heat and Energy. Heat and Life. Internet 9/06/98.
2. Brown JR. Specific surface and vital state of matter. An Soc Biol Bogotá. 1950; 4: 73-75.
3. Curtis H, Sue BN. Invitación a la Biología. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 1996.
4. Darwin C. El Origen del Hombre. Editorial Panamericana, Bogotá. 1994
5. Declaration of principles concerning activities following the detection of extraterrestrial intelligence. Internet. 1997.
6. De Francisco Zea A. Humanismo y Medicina. Acad Col Hist. Bogotá. 1998.
7. Evidence for evolution. Internet. Grolier Electronic Publishing Internet. 1993.
8. Einstein: Sa vie et son temps. Editions Albin Michel. Paris. 1950.
9. Goodman DW, Hostobn LE. Catalysis, new perspectives from surface science. Science.1987; 236: 403-409.
10. Hamilton JF. Catalysis by small metal clusters. Science. 1979.205: 113-1220.
11. International Academy of Astronautics. A decision process for examining the possibility of sending communications to extraterrestrial civilizations. Internet 97.
12. International Academy of Astronautics. Declaration of principles concerning activities following detection of extraterrestrial intelligence. SETI. Internet 97.
13. Leakey R, Lewin R. Nuestros Orígenes. En busca de lo que nos hace humanos. Grijalbo Montoni, Barcelona. 1995.
14. Oparin A. El origen y la evolución de la vida. Ediciones Curis. Buenos Aires. 1968
15. Ordóñez JH. Biogénesis natural y síntesis de la vida. Consideraciones generales sobre el estado vital de la materia. Reper Med Cir,23.
16. Ordóñez JH. Reflexiones sobre las causas de las manifestaciones esenciales de la vida. Rev Fac Med. 1934. 2:449-461.
17. Ordóñez JH. Superficies específicas y estado vital de la materia. Med (Bogotá)#28 p. 22, 1990
18. The Origin of Life. Internet: 97.
19. Pasteur-Vallery-Radot. Oeuvres de Pasteur. Fermentations et Générations dites Spontanées. Masson et Cie, Paris, 1992.
20. Sagan C. Cosmos. Editorial Planeta Bogotá. 1994
21. Sagan C, Sruyam A. Sombras de nuestros antepasados olvidados. El Planeta Bogotá. 1993
22. The death of our sun. Internet 97.
23. Vallery-Radot R. La Vie de Pasteur. Librairie Hachette Paris 1919.