

Peculiaridades de la esfera geográfica

«Lo más incomprensible del universo es que sea comprensible», Albert Einstein

Armando Antonio Domech González^a

Resumen / Abstract

¿Por qué existe la vida en la Tierra? Sería fácil recurrir a cualquier libro sagrado y tendríamos una respuesta inmediata. Pero es un poco más complicado. De hecho, a pesar de que la ciencia nos oriente directamente al materialismo, hay tantos ajustes perfectos que han permitido que estemos aquí en este Universo, y desde el Big Bang, pasando por la insólita resonancia de la creación del carbono en las estrellas, hasta la sustancia maravillosa que es el agua, sin la cual no habría vida en la Tierra, podríamos optar, por la fe o por la ciencia, en el límite. No obstante, no es superfluo acotar, que sólo por la ciencia conocemos estas peculiaridades que hacen que «Lo más incomprensible del universo es que sea comprensible», Albert Einstein

Palabras clave: Esfera geográfica, excentricidades, carbono, extinciones, cambio climático, núcleo atómico, glaciaciones.

Why does life exist on Earth? It would be easy to turn to any holy book and we would have an immediate answer. But it is a bit more complicated. In fact, despite the fact that science directs us directly to materialism, there are so many perfect adjustments that have allowed us to be here in this Universe, that from the Big Bang, through the unusual resonance of the creation of carbon in the stars, to the wonderful substance that is water, without which there would be no life on Earth, we could choose, by faith or by science, at the limit. However, it is not superfluous to note that only through science do we know these peculiarities that make "The most incomprehensible thing in the universe is that it is understandable", Albert Einstein

Key words: Geographical sphere, eccentricities, carbon, extinctions, climate change, atomic nucleus, glaciations.

^a. El Profesor tiene un doctorado en Geografía por la Universidad de La Habana, Cuba. Como Profesor Investigador Titular "C" tiene su adscripción al Departamento de Estudios [Económicos e Internacionales del Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: adomech@hotmail.com.

El universo es comprensible porque está regido por leyes científicas, es decir, su comportamiento puede ser modelizado.

La esfera geográfica

Los paisajes naturales surgen y se desarrollan en la esfera geográfica o esfera del paisaje, que incluye la litosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. La actividad social y económica permite hablar de la sociosfera, estudiando así el medio sociogeográfico, que tiene un carácter complejo y en el que se acumulan los medios del desarrollo social y es al mismo tiempo el resultado de la acción social sobre la naturaleza.

La esfera del paisaje debe ser estudiada como complicada combinación de sistemas en desarrollo, cada uno de los cuales contiene determinados atributos de sistemas menos avanzados que les precedieron.

Este hecho afirma la unidad de esa envoltura geográfica, que se desarrolla y hace nacer nuevos componentes, pero con un sentido de unidad y no como una mera suma de elementos. Tenemos así vínculos estrechos entre la geografía física y la humana y económica. (Anuchin, 1965).

Aquí el concepto de medio geográfico es restringido, ya que sólo abarca aquellas partes de la esfera geográfica que han llegado a estar directamente relacionadas con la vida de la sociedad humana (Anuchin, 1965), (Gómez Piñeiro, 1976, 1978 y 1979).

Las zonas y regiones que diferenciamos en la esfera geográfica tienen relación con una serie de causas: la masa de la Tierra; la posición de la Tierra en el Sistema Solar; la existencia de la Luna, y la forma esférica de la Tierra, con su inclinación y movimientos. La Tierra es un cuerpo celeste con una masa de 5976×10^{24} Tn., de una composición química particular, de la cual surgieron, en el proceso de su evolución: la atmósfera, la litósfera, la hidrósfera y la biosfera. Esta masa condiciona los procesos de gravitación en su parte externa y el modelado de los paisajes.

Para la comprensión de sus peculiaridades, veamos la posición de la Tierra en el Sistema Solar.

La Tierra se encuentra a una distancia promedio de 149,6 millones de kilómetros del Sol. Si la tierra estuviera tan alejada del Sol como Plutón, (casi 5.91 billones de kilómetros) recibiría 1600 veces menos calor y la influencia de la actividad solar sería muchísimo menor, de tal forma que la vida en la tierra sería imposible.

De igual forma, si la Tierra estuviera a la distancia del planeta Mercurio, (96 millones de kilómetros en promedio y con una excentricidad de un 20 por 100) en el cual la temperatura es unos 110° C, más cálida en la época de su máxima aproximación al sol (perihelio) que cuando está más alejado del sol (afelio), la vida sería igualmente imposible.

Otras peculiaridades son:

1. La existencia de un satélite, la Luna, que produce los movimientos de las mareas en la Tierra.
2. La forma esférica de la Tierra
3. Su movimiento de traslación por la órbita alrededor del Sol con una velocidad promedio de 29,76 km/s,
4. La rotación sobre su propio eje, en 23 horas, 56 minutos y 4 segundos.

5. Con una inclinación de $66^{\circ} 31,53$ minutos, con respecto al plano de la eclíptica, por lo cual se producen los cambios: a) de las estaciones del año, b) del día y de la noche, c) la distribución de la luz solar por zonas y latitudes, d) la diferenciación de la refracción de las masas de aire por zonas, su circulación general.
6. Y la existencia del carácter zonal de los procesos naturales: de la vegetación, de la formación de los paisajes, de la distribución de los suelos, los climas, las precipitaciones, la fauna, los ciclones y los procesos geomorfológicos.

¿Qué significa la zonalidad geográfica?

Significa que determinadas condiciones, como las citadas anteriormente, se repiten en el planeta. Por ejemplo, los bosques ecuatoriales: piénsese en el río Amazonas y en la cuenca del río Congo, y piénsese no solo en los bosques, que responden a los tipos de suelos, a las temperaturas, a las precipitaciones e incluso los elementos geomorfológicos de los paisajes.

Al parecer fue el científico alemán Alejandro de Humbolt quien estableció por primera vez el carácter zonal de las temperaturas en la Tierra y lo expresó en el primer mapa temático realizado, contribución fundamental para la creación de la Cartografía Temática.

Vasili Dokucháyev, gran edafólogo ruso, refiriéndose a las características de la distribución de los suelos, señaló: distintas rocas en los mismos climas, dan los mismos suelos, las mismas rocas, en distintos climas, dan distintos suelos.

Patrones estacionales del clima terrestre

Los patrones estacionales del clima terrestre están determinados principalmente por la inclinación del eje de rotación de la tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol. El hecho de que la Tierra se halle más cerca del Sol durante el solsticio de invierno, cuya fecha es el 21 de diciembre (a sólo unos 146,4 millones de kilómetros, en el afelio, en comparación con los 150,8 millones de kilómetros a que se encuentra a principios de julio, en el perihelio).

Este hecho tiene un efecto despreciable sobre la temperatura de la Tierra, en comparación con los efectos de la inclinación del eje de la tierra con respecto a la perpendicular al plano de su órbita, que es de 23.5° , que determina la distribución de los climas en la Tierra.

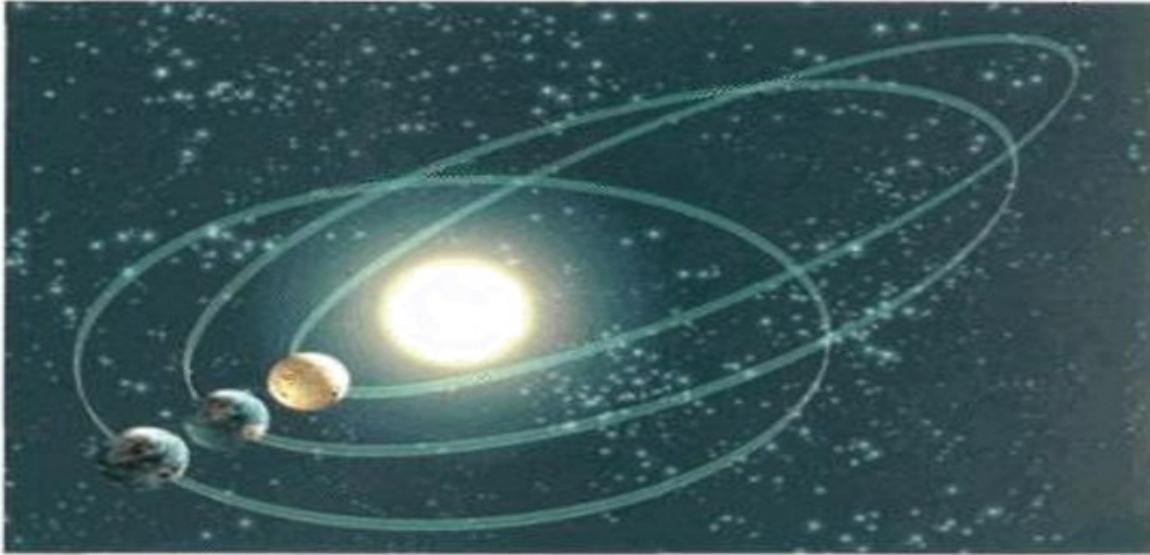
En su movimiento alrededor del Sol, la Tierra describe una elipse. El grado de deformación de una elipse viene descrito por lo que se denomina su excentricidad, un número entre cero y uno. Una excentricidad vecina a cero significa que la figura se parece mucho a un círculo, en tanto que una excentricidad próxima a uno, significa que la figura está muy aplanada.

La órbita de la tierra tiene una excentricidad de tan sólo un $2/100$, lo que significa que es casi circular. Pero en los planetas con una excentricidad orbital grande la variación de la distancia al Sol desempeña un papel mucho mayor.

Excentricidades

La excentricidad constituye una medida de cuán próxima se halla una elipse a un círculo. Las órbitas circulares son propicias a la vida, en tanto que las órbitas muy elongadas producen grandes fluctuaciones estacionales de temperatura.

Excentricidades de las órbitas de planetas cercanos al sol



Fuente: <http://www.astronoo.com/es/articulos/caracteristicas-de-los-planetas.html>.

De hecho, si la excentricidad de la órbita de la Tierra fuera próxima a la unidad, los océanos hervirían cuando alcanzáramos el punto más próximo al Sol y se congelarían cuando alcanzásemos el punto más lejano. Las estrellas mayores tienen una masa de aproximadamente cien veces la masa del Sol, y las menores son unas cien veces menos masivas que el Sol.

Por otra parte, suponiendo que la distancia Tierra/Sol está fijada, si nuestro Sol fuera tan sólo un 20 por 100 más masivo o menos masivo, la Tierra sería más fría que de lo que actualmente es Marte, o más caliente que Venus en la actualidad.

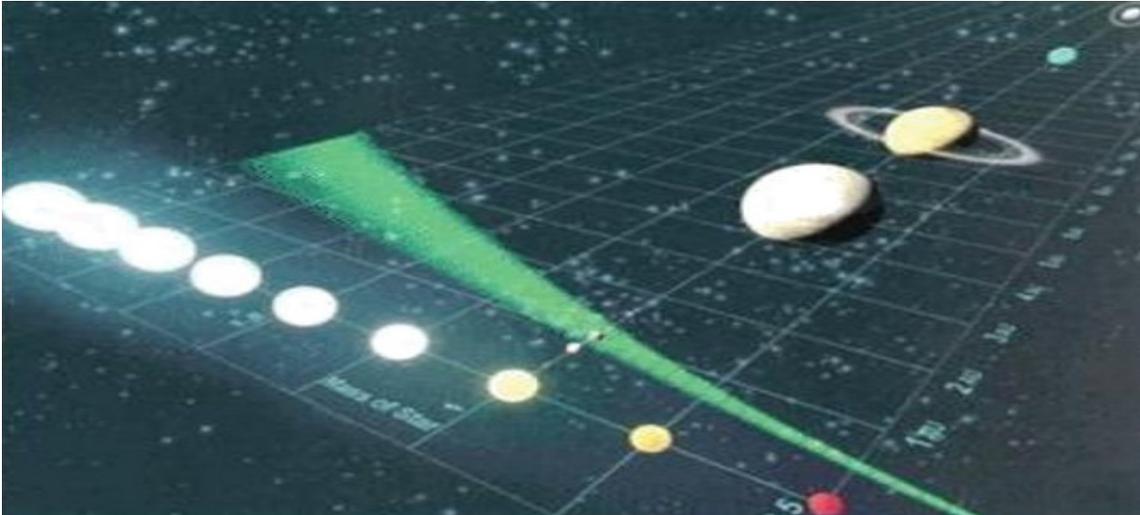
Los científicos definen la «zona habitable» como la estrecha región alrededor de la estrella en la cual las temperaturas planetarias son tales que puede existir agua líquida. La zona habitable en nuestro sistema solar, representada en la siguiente figura, es muy pequeña.

Zona habitable

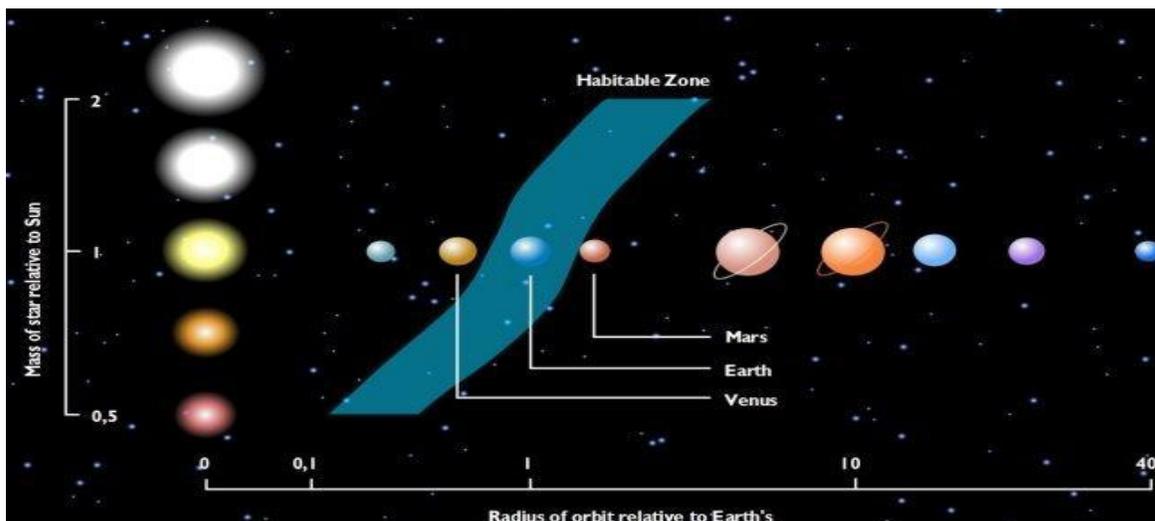
Sólo los planetas que están en la zona verde (la zona habitable) son adecuados para la vida. La estrella amarilla representa nuestro Sol. Las estrellas más blancas son mayores y más calientes, las más rojas son más pequeñas y frías. Los planetas más próximos a sus soles que la zona verde serían

demasiado calientes para la vida y los más alejados de ella, demasiado fríos. El tamaño de la zona hospitalaria es más reducido para las estrellas más frías.

Zona habitable



Fuente: <http://www.astronoo.com/es/articulos/caracteristicas-de-los-planetas.html>.



Fuente: <http://www.astronoo.com/es/articulos/caracteristicas-de-los-planetas.html>.

Excentricidades orbitales grandes no conducen a la vida, de manera que hemos sido afortunados de tener un planeta cuya excentricidad orbital sea próxima a cero. (www.librosmaravillosos.com : El gran diseño. S. Hawking y L. Mlodinow, p.111).

También hemos tenido suerte en la relación entre la masa del Sol y su distancia a la Tierra, ya que la masa de la estrella determina la cantidad de energía que libera y su destino final, debido al denominado «límite de Chandrasekar». Este límite es la máxima masa posible de una estrella de

tipo enana blanca. Si se supera dicho límite, la estrella colapsa para convertirse en un agujero negro o en una estrella de neutrones.

En astrofísica, «el límite de Chandrasekhar» es el límite de masa más allá del cual la degeneración de electrones no es capaz de contrarrestar la fuerza de gravedad en un remanente estelar, produciéndose un colapso que origina una estrella de neutrones o un agujero negro.

¿Existe vida en nuestro planeta por una suma de afortunadas coincidencias?

Resulta que no son sólo las intensidades de la fuerza nuclear fuerte y de la interacción electromagnética las que están ajustadas a nuestra existencia. La mayoría de las constantes fundamentales que aparecen en las teorías están ajustadas con tanta precisión que si su valor cambiara aunque sólo fuera ligeramente, el universo sería cualitativamente diferente, y en la mayoría de los casos, resultaría inadecuado para el desarrollo de la vida.

Por ejemplo, si la otra fuerza nuclear, la fuerza débil, fuera mucho más débil, todo el hidrógeno del universo primitivo se habría convertido en helio y por lo tanto no habría estrellas normales; si fuera mucho más intensa, las supernovas no lanzarían su envoltura externa al explotar y por lo tanto no sembrarían el espacio interestelar con los elementos pesados que necesitarán los planetas para producir vida.

Si los protones fueran un 0,2 por 100 más pesados decaerían en neutrones y desestabilizarían los átomos. Si la suma de las masas de los tipos de quarks que constituyen un protón se modificara en tan sólo un 10 %, la abundancia de los núcleos atómicos estables de que estamos formados sería mucho menor. De hecho, la suma de las masas de esos quarks parece optimizada para la existencia del mayor número posible de núcleos estables, (Hawkins y Modinov, "El Gran Diseño").

Así, los físicos se empezaron a preguntar cómo hubiera sido el universo si las leyes de la naturaleza fueran diferentes. Esos cálculos muestran que una variación de tan sólo un 0,5 por 100 en la intensidad de la fuerza nuclear fuerte o de un 4 por 100 en la fuerza eléctrica destruiría casi todo el carbono o casi todo el oxígeno en cualquier estrella y por lo tanto, la posibilidad de vida tal como la conocemos.

Ocurre cuando la estrella, al final de su ciclo de vida, explota como supernova y esparce el carbono y otros elementos ligeros en el espacio, para el nacimiento de una nueva estrella, y esta condensará estos elementos en un planeta como el nuestro.



Fuente: El telescopio James Web de NASA. <https://www.youtube.com/watch?v=0wUBqtXi09Y>.

Después del Big Bang, hace aproximadamente 13.7 mil millones de años, el universo estaba formado por gas. Regiones más densas de aquel gas eventualmente colapsaron bajo su propia gravedad produciendo estrellas. Las estrellas produjeron elementos (el más pesado es el hierro para la mayoría de las estrellas) en los siguientes millones a miles de millones de años. Al final de sus vidas, las estrellas diseminaron los elementos formados en su interior por el espacio mediante las nebulosas planetarias y las supernovas. Los elementos más pesados que el hierro se produjeron en las supernovas. Los elementos liberados formaron nuevas estrellas y el proceso ha continuado. Este ciclo tuvo lugar un cierto número de veces antes de que se formase el Sol y los planetas (arriba a la derecha). Por tanto, el Sistema Solar contiene elementos creados en generaciones anteriores de estrellas.

Para que podamos existir, el universo debe contener elementos como el carbono, que son producidos, como veremos, cocinando elementos ligeros en el interior del horno de las estrellas. A continuación, el carbono debe ser diseminado en el espacio en una explosión de supernova y se debe condensar como parte de un planeta en una nueva generación de sistemas solares.

En la gran explosión que dio origen a nuestro universo (el Big Bang) solo se sintetizaron los elementos químicos más ligeros: hidrógeno, helio y litio. Todos los demás se forjarían miles de millones de años después, por agregación de esos núcleos ligeros en el corazón de las estrellas. En particular, el elemento clave de la química orgánica, el carbono, se sintetiza a partir de una reacción de fusión en la que toman parte tres núcleos de helio 4, o partículas alfa. Dicha secuencia se conoce como proceso triple alfa.

A altas temperaturas, el proceso triple alfa procede en una serie de etapas que, aunque a primera vista parecen muy improbables, explican de manera satisfactoria la tasa de formación de carbono.

A bajas temperaturas, sin embargo, se sabe que dichas etapas intermedias no pueden darse, por lo que hasta hace poco la síntesis de carbono en tales condiciones continuaba siendo un misterio.

Ahora, un artículo publicado en *Physical Review Letters* ha propuesto un nuevo modelo teórico que predice la tasa de fusión en todo el intervalo de temperaturas y cuyos resultados parecen coincidir con las observaciones astrofísicas.

Este es un proceso en dos etapas donde primero se fusionan dos núcleos de helio (partículas alfa) para formar berilio-8 (8Be). En el segundo paso, otra partícula alfa se incorpora al 8Be , dando lugar a un núcleo de carbono-12 (12C). Sin embargo, la ligazón entre dos partículas alfa para formar 8Be es muy débil y se rompe muy rápidamente (después de aproximadamente 10^{-16}s).

La captura de una tercera partícula alfa por parte del 8Be antes de que este se desintegre es debido a que la captura está favorecida por la existencia de una resonancia en el 12C , que aumenta enormemente la eficacia en la captura de la tercera partícula alfa.

La existencia y las propiedades detalladas de esta resonancia fueron predichas por el científico británico Fred Hoyle (1915-2001) simplemente considerando que sin ella, la producción de carbón en las estrellas no sería suficiente para permitir la vida, lo que le hizo pensar, que si esta resonancia no existiera, nosotros tampoco estaríamos aquí para averiguarlo. Sólo dos años después de su predicción, esta resonancia se descubrió en un experimento en el laboratorio.

Las reacciones nucleares experimentan ocasionalmente situaciones especiales en las que sus ritmos aumentan espectacularmente. Se dice que son «resonantes» si la suma de las energías de las

partículas reactantes iniciales está muy próxima a un nivel energético natural de un nuevo núcleo más pesado. Cuando esto sucede, el ritmo de la reacción nuclear se hace especialmente rápido, a menudo multiplicado por un factor enorme.

Hoyle vio que la presencia de una cantidad importante de carbono en el Universo sería posible solamente si el núcleo de carbono poseía un nivel energético natural a aproximadamente 7,65 MeV por encima del nivel fundamental. Sólo en ese caso podía explicarse la abundancia de carbono cósmico, razonó Hoyle. Por desgracia no se conocía ningún nivel energético del núcleo de carbono en el lugar requerido.

La singularidad del proceso triple alfa radica en el hecho de que parece ser el único caso donde el resultado de un experimento en el laboratorio había sido predicho correctamente basándose en la suposición de que si no fuese cierto, no existiríamos.

La predicción y posterior descubrimiento de la resonancia de Hoyle en el ^{12}C dio mucho crédito a otra de sus teorías: la hipótesis de la nucleosíntesis estelar, que sostiene que todos los elementos químicos naturales se forman a partir del hidrogeno en las estrellas.

Cuando el helio se consume en el centro de una estrella, el interior de la estrella se contrae de nuevo, aumentando la temperatura y densidad de forma que el carbón pueda fusionarse. Este mecanismo de contracción e ignición de un nuevo combustible siempre que el combustible anterior se agota, se repite y lleva a fases de quemado adicionales en las que los productos de reacciones anteriores son los combustibles de fases de quemado posteriores. Las fases de quemado avanzadas producen más y más elementos pesados: carbono, oxígeno, neón y silicio. El quemado de silicio, para producir mayoritariamente hierro, es la última fase de quemado en una estrella. Más allá, el quemado nuclear deja de producir energía ya que la fusión del hierro y núcleos más pesados que él no libera energía.

Willy Fowler dirigía un equipo de destacados físicos nucleares y era una persona extraordinariamente afable y entusiasta. Hoyle no dudó en hacerle una visita. Y Fowler pronto se convenció de que todos los experimentos anteriores podían haber pasado por alto el nivel energético que Hoyle proponía. A los pocos días Fowler había atraído a otros físicos nucleares del Kellogg Radiation Lab y planearon un experimento. El resultado fue espectacular. Había un nuevo nivel energético en el núcleo de carbono a 7,656 MeV, justo donde Hoyle había predicho que estaría.

En primer lugar, tres núcleos de helio (partículas alfa) tienen que interactuar en un lugar. Se las arreglan para hacerlo en un proceso de dos pasos. Primero, dos núcleos de helio se combinan para crear un núcleo de berilio. Afortunadamente, el berilio tiene una vida media peculiarmente larga [228], diez mil veces más larga que el tiempo requerido para que dos núcleos de helio interactúen y por ello dura lo suficiente para que haya una buena probabilidad de combinación con otro núcleo de helio y se produzca un núcleo de carbono:



El nivel energético a 7,656 MeV en el núcleo de carbono está justo por encima de las energías del berilio más helio (7,3667 MeV), de modo que cuando la energía térmica del interior de la estrella se suma a la reacción nuclear, ésta se hace resonante y se producen montones de carbono.

Pero aquí no se acaba la historia. La siguiente reacción que espera para consumir todo el carbono es,



¿Qué pasa si esta reacción también resultara ser resonante? Entonces todo el carbono rápidamente producido desaparecería y el nivel de resonancia del carbono no serviría de nada. Es llamativo que a esta última reacción le falte poco para ser resonante. El núcleo de oxígeno tiene un nivel energético de 7,1187 MeV, que está justo por debajo de la energía total del carbono más helio, 7,1616 MeV. De modo que cuando se añade la energía térmica extra de la estrella, esta reacción nunca puede ser resonante y el carbono sobrevive (ver figura 8.7). Hoyle reconoció que era su secuencia, en un equilibrio tan preciso, de coincidencias aparentes, lo que hacía de la vida basada en el carbono una posibilidad en el Universo.

A bajas temperaturas, sin embargo, los núcleos de helio no tienen acceso a la resonancia de Hoyle (ni a otra intermedia que también se requiere en el proceso), por lo que se espera una fusión directa de las tres partículas alfa. No obstante, hasta hace poco nadie sabía cómo calcular la tasa de dicha reacción. El resultado, tal y como constaba en la *Compilación de Tasas de Reacción de Astrofísica Nuclear (NACRE)*, simplemente se estimaba a partir de una extrapolación de los datos conocidos a temperaturas elevadas. Ello les permitió obtener la primera estimación de la tasa de síntesis de carbono a bajas temperaturas a partir de primeros principios. Según sus cálculos, esta sería hasta 20 órdenes de magnitud superior a la extrapolación de NACRE. Sin embargo, análisis posteriores demostraron que aquel resultado adolecía de una consecuencia inesperada: si el carbono se formase a un ritmo tan elevado, la fase de gigante roja que experimentan las estrellas como el Sol hacia el final de sus vidas sería tan breve que apenas habría astros de esta clase en el universo.

En un trabajo reciente, N. B. Nguyen, de la Universidad estatal de Michigan, y otros dos colaboradores han desarrollado un nuevo modelo para resolver el problema de los tres cuerpos, el cual da cuenta del proceso triple alfa con y sin resonancias intermedias.

Si la constante de estructura fina, que gobierna la intensidad de las fuerzas electromagnéticas, cambiara en más de un 4 por 100 o la fuerza fuerte cambiara en más de un 0,4 por 100, entonces la producción de carbono u oxígeno se reduciría en factores de entre 30 y 1000.

La curiosa colocación de los niveles en el C12 y el O16 ya no necesita tener la apariencia de accidentes sorprendentes. Podría ser el caso simplemente de que puesto que criaturas como nosotros dependen de un equilibrio entre carbono y oxígeno, sólo podemos existir en las regiones del Universo donde estos niveles resultan estar correctamente colocados. En otros lugares el nivel de O16 podría ser un poco más alto, de modo que la suma de partículas- α para dar C12 fuera altamente resonante. En un lugar semejante no podrían existir criaturas como nosotros.

¿COMO SURGIÓ LA ATMÓSFERA?

De manera natural, nos hemos acostumbrado a la idea de un planeta estable, al que a veces lo sacuden fenómenos naturales como: terremotos, huracanes, Volcanes entre otros. Pero siempre

pensamos que son eventos casuales, perturbadores, sí, pero que probablemente no se repetirán por largo tiempo.

Hace 4500 millones de años nació la Tierra, como la aglomeración de materiales incandescentes que fueron expulsados por nuestra estrella en su convulsa vida incipiente. En todos esos millones de años, la tierra ha estado transformando sus parámetros originales:

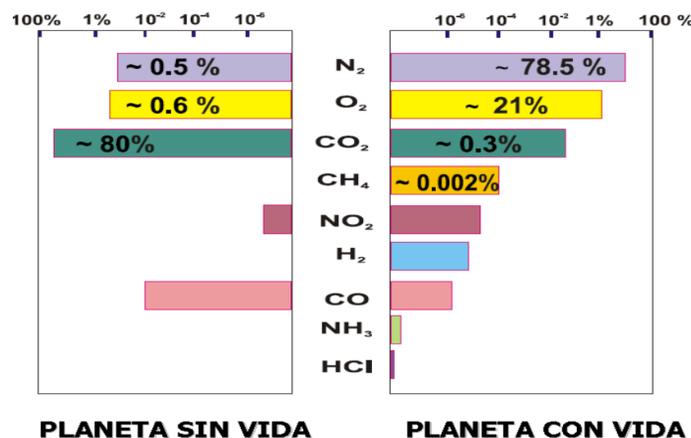
- Excentricidad de su órbita
- Duración del tiempo de su recorrido alrededor del sol (diferente duración de los días y los años)
- Intensidad y ubicación del campo magnético
- Temperaturas medias del planeta (glaciaciones totales y períodos de calor intenso)
- Distribución de las masas continentales (diferentes pangeas)
- Niveles de los gases en la atmósfera
- Aparición de la fotosíntesis y del oxígeno.

La atmósfera comenzó a formarse hace unos 4600 millones de años con el nacimiento de la tierra. La mayor parte de la atmósfera primitiva se perdió en el espacio, pero nuevos gases y vapor de agua se fueron liberando de las rocas que forman nuestro planeta. Así, la atmósfera de las primeras épocas de la historia de la tierra estaría formada por: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂). Junto a muy pequeñas cantidades de hidrógeno (H₂) y Monóxido de Carbono (CO), pero con ausencia de Oxígeno.

La actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2500 ó 2000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual.

También las plantas y otros organismos fotosintéticos toman CO₂ del aire y devuelven O₂, mientras que la respiración de los animales y la quema de bosques o combustibles origina el efecto contrario: retira O₂ y devuelve CO₂ a la atmósfera.

Porcentaje aproximado de los gases atmosféricos antes y después de la aparición de las especies que requieren oxígeno para sobrevivir



Fuente: Clima, cambio climático y sociedad. Econ.8 Buenos Aires, 2-5 de junio 2008
 Dr Osaldo F.Caniziani IPCC, PPEPACG, AACA.

EXTINCIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO

A través de la historia de la vida en la Tierra, han existido en el planeta, según los estimados a partir de los registros fósiles, unos 30,000 millones de especies. Esto significa que han desaparecido el 995 de las especies que han vivido hasta hoy.

En la actualidad, según los cálculos de diferentes biólogos, se calcula que pueden existir en el planeta entre 3 millones y 100 millones de especies. Según los biólogos, este es el momento en que ha habido más especies en toda la historia de la Tierra y actualmente hoy no existe ni el uno por ciento de las que han poblado el planeta desde que apareció la vida.

Como señala Richard Leakey (la Sexta Extinción, pag.124) conocemos aproximadamente cuántas estrellas hay en la vía láctea (100,000 millones), cuántas bases nucleótidas constituyen el material genético humano: tres mil millones.

Como señala el mismo autor, podemos calcular con una precisión de varias horas, cuando va a impactar un cometa con Jupiter, (16 de julio de 1994) y sabemos cuánto cuesta construir una estación espacial: (30,000 millones de dólares) pero desconocemos cuántas especies hay en el planeta. Si existen verdaderamente, según los cálculos de los biólogos, 30 millones de insectos, (hemos tardado 230 años en clasificar 750,000 especies) Serían necesarios 10,000 años para completar ese registro. No conocemos más por falta de recursos y por la indiferencia de los gobiernos sobre el tema.

LAS CINCO GRANDES EXTINCIONES

- Fin del Ordovícico (hace 440 mill. de años);
- Devónico tardío (hace 365 mill. de años);
- Fin del Pérmico (hace 225 mill. De años);
- Fin del Triásico (hace 210 mill. De años);
- Fin del Cretácico (hace 65 mill.de años); y
- Holoceno (época actual, se considera que está en curso.

La extinción de fines del Cretácico, en cuya causa parecen coincidir la mayoría de los estudiosos, se atribuye a la caída de un meteorito en la zona de Yucatán, que generó una noche de varios años que causó la muerte a una gran cantidad de especies vegetales y consecuentemente, a los animales, entre ellos los dinosaurios que no sobrevivieron al evento.

A esto debemos los mamíferos (incluidos nosotros) nuestro papel actual en la tierra, pues anteriormente éramos especies pequeñas y nocturnas a resguardo de los grandes depredadores. A la extinción Pérmica se le atribuye la desaparición de casi el 95% de las especies marinas y otro tanto de las terrestres.

En ese momento, la vida en la Tierra estuvo a punto de desaparecer. Hasta el día de hoy, se aducen varias causas que pudieran haber sido las causas de estas extinciones.

Aunque las principales extinciones se conocen como las Cinco Grandes, realmente, aunque mucho más pequeñas, se han identificado cerca de unas 30 a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.

Un factor común que se invoca como causa en cada una de las grandes extinciones es el descenso del nivel del mar. Las regresiones marinas pueden ser causadas por glaciaciones, recurrentes en toda la historia de la Tierra y por los movimientos de las placas tectónicas que flotan sobre el manto superior y que han sido la causa del movimiento y los cambios de configuración de las masas continentales a través de los eones por los que ha transitado la historia de la Tierra.

El evento de finales del Pérmico, coincidió con un momento en que se formó un super continente (Pangea).

Esto produjo cambios en el régimen de las corrientes marinas, en los procesos del ciclo hidrológico y en el incremento de los procesos exógenos. Este sólo hecho, redujo el hábitat disponible para las especies de aguas superficiales. Si a esto añadimos la regresión marina, la catástrofe está asegurada (Leakey, R. La Sexta Extinción, pg. 60).

Otra causa que se señala es el enfriamiento planetario global, aunque se aducen otras causas que pudieran haber actuado de concomitantemente, como la configuración de las placas tectónicas, cambios en los procesos de convección en el manto y las variaciones de la órbita terrestre.

HIDRATO DE METANO

Ya Maxwell se había ocupado de analizar el tema desde mediados del siglo XVIII. En la década de los 60 del pasado siglo, en la Unión Soviética se descubrieron depósitos de hidrato de metano y comenzaron su estudio.

El hidrato de metano es una sustancia sólida con aspecto de hielo, que atrapa en su interior a moléculas de metano, el componente principal del gas natural que utilizamos habitualmente. Estos depósitos se han formado a partir de la descomposición bacteriana anaerobia de la materia orgánica sometida a grandes presiones y bajas temperaturas. Se calcula que las reservas de estos hidratos son mayores que todas las reservas de carbón, petróleo y gas natural existentes en el planeta. Su utilización apenas comienza pero para algunos países, como Japón, es una esperanza cierta para lograr la independencia energética, utilizando este compuesto para producir hidrógeno verde.

Por la localización de los yacimientos y por las dificultades tecnológicas todavía no bien superadas y sobre todo por los peligros que supondría su liberación masiva a la atmósfera si hubiera fallas en este proceso (el metano es unas 20 veces más productor de gas de invernadero que el CO₂) se abre una interrogante si realmente será esta una salida para la sustitución del carbón, el petróleo y el gas natural en los próximos años.

Hielo combustible, una alternativa a los combustibles fósiles USGS/USGS



Fuente: Hidrato de metano, la energía oculta en el hielo.

Richard Anderson, BBC 21 abril 2014

Trozos de hielo combustible extraídos en el Golfo de México por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)



Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)

HIPÓTESIS DEL FUSIL DE CLATRATOS Y VULCANISMO EN SIBERIA

En Siberia se produjeron erupciones masivas que produjeron enormes flujos de basalto que durarían miles de años. Las escaleras siberianas, o traps, forman actualmente una gran provincia en Siberia, en la que hace alrededor de 251 a 250 millones de años se produjo uno de los más grandes eventos volcánicos conocidos en los últimos 500 millones de años de la historia geológica de la Tierra. Hoy en día, el área cubierta por basalto es de aproximadamente dos millones de kilómetros cuadrados y se estima que la original fue de siete millones de kilómetros cuadrados, con un volumen original de lava de uno a cuatro millones de kilómetros cúbicos.

Basándose en la cantidad de lava se calcula que se liberó suficiente dióxido de carbono para aumentar la temperatura del planeta en 5 °C, aunque no lo suficiente como para matar al 95 % de las formas de vida.

Hipótesis del fusil de clatratos

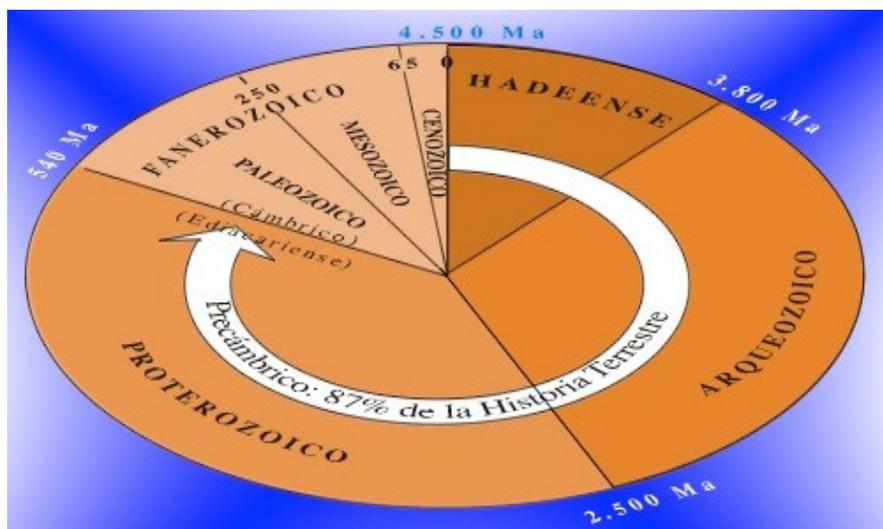
Esta teoría enlaza con la erupción del flujo de basalto. El calentamiento producido por las erupciones podría aumentar lentamente la temperatura del océano hasta descongelar los depósitos de hidrato de metano que hay debajo del fondo oceánico cerca de las costas. Esto liberaría a la atmósfera suficiente metano para elevar las temperaturas en 5 °C adicionales (el metano es uno de los gases de efecto invernadero más potentes). Esta hipótesis ayuda a explicar el aumento de los niveles de carbono-12 a mitad de la capa de transición del Pérmico-Triásico. También ayudaría a explicar por qué las fases uno y tres de la extinción se produjeron en la superficie y la fase dos en los lechos marinos (el comienzo de esta fase fue inmediatamente después del aumento de los niveles de C-12).

En 2006 se encontró el gran cráter de un posible impacto de meteorito en la Tierra de Wilkes, en la Antártida. El cráter tiene un diámetro de alrededor de quinientos kilómetros y está situado a una profundidad de 1.6 kilómetros bajo el hielo de la Antártida.

Se especula que el impacto podría haber provocado una onda de tipo sísmico que a su vez produjo la ruptura de la corteza terrestre en el punto opuesto de la Tierra o antípoda. En este punto se encontraban en esa época las llamadas “traps” siberianas, por lo que la teoría del impacto concuerda con la hipótesis del vulcanismo.

Como puede verse, a partir de las diferentes teorías, quizás nunca sabremos con exactitud, todas las causas que provocaron la extinción Pérmica, pero al parecer, cada día nos vamos aproximando a este conocimiento

¿Cómo surgió la atmósfera?. Formación de la Tierra y evolución del clima



Fuente: Obstinados navegantes en océanos de incertidumbre ...<http://ramanujan25449.blogspot.com>

División geológica de la Tierra, desde sus orígenes (hace 4.500 millones de años) hasta la actualidad.

- Queda dividida en cuatro eones:
- Hadeense, (600 ma),
- Arqueozoico, (2000 ma),
- Proterozoico (2000 ma), y
- Fanerozoico, (600 ma hasta la actualidad) cuyos nombres hacen referencia a la evolución de la vida terrestre.

El último eón, que es el que mejor conocemos gracias a la existencia de fósiles, se divide en tres eras:

- Paleozoico,
- Mesozoico, y
- Cenozoico.

Las eras, a su vez, se dividen en períodos, no representados en el diagrama, a excepción del Cámbrico, primer período del Paleozoico (se denomina precámbrico a todo el tiempo anterior a él en la historia de la Tierra).

En el período Cámbrico tuvo lugar, la llamada por los paleontólogos: «explosión Cámbrica». Denominada así porque en un breve momento geológico de unos pocos millones de años, aparecieron todos los tipos estructurales de las especies actuales.

Casi 3800 millones de años después en que la vida había aparecido en la Tierra, esta no había prosperado más allá de unas células sin núcleo, llamadas procariotas.

En este período, el planeta giraba más deprisa. Los días duraban probablemente diez horas y la superficie terrestre, era burbujeante, incandescente y muy viscosa. Las chimeneas de los volcanes y los cráteres expulsaban constantemente gases, lava y vapor de agua desde el interior de la Tierra.

Algunos de los gases más ligeros, como el hidrógeno y el helio, escaparon al exterior, mientras que los más pesados como el dióxido de carbono, el vapor de agua y el amoníaco, fueron formando los gases de efecto invernadero de la atmósfera primitiva.

La atmósfera era muy diferente a la actual. Cargada de electricidad y afectada por continuas tormentas. Muy húmeda y con un cielo permanentemente sucio. Oscurecida por las nubes sulfurosas que emitían los volcanes y por el polvo levantado tras la colisión incesante de meteoritos. Con temperaturas muy altas en las capas bajas del aire, debido a la abundancia de gases de efecto invernadero.

Unos millones de años más tarde comenzó a condensarse el agua líquida y a llenar las depresiones existentes, que posteriormente, serían los océanos. El planeta tenía una elevada temperatura, en parte por el vulcanismo generalizado y por las reacciones nucleares que se producían desde el interior del manto por elementos químicos radiactivos, como el potasio 40, el yodo 129, el torio 232, y el uranio 235.

La energía térmica liberada por la desintegración radiactiva de estos elementos, se valora en 43×10^{16} kcal/año, ó 0.06 vatios /metro cuadrado. Esta cifra es 5000 veces menor que la energía que nos llega del Sol, que constituye el 99.98 % del balance térmico del planeta.

En este eón Hadeense, el núcleo de hierro del interior del planeta, comenzó a generar un campo magnético a escala planetaria. Este campo magnético ha tenido un papel insustituible para la aparición y el sostenimiento de la vida en la tierra, porque nos ha protegido de la radiación solar que barre con una lluvia de partículas energéticas todo el espacio que circunda al Sol.

Algunos de los gases que han estado presentes en la atmósfera de la tierra desde sus orígenes, almacenan radiaciones de onda larga, o sea calor. De los gases de efecto invernadero antiguos, acumuladores de calor, son en orden de importancia: el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, los óxidos de nitrógeno y el ozono.

Si no hubiera existido esta capa protectora, que hoy preocupa a la sociedad actual, por presentar una preocupante disminución en los últimos años, la vida en la Tierra no hubiera podido desarrollarse, al menos, con la diversidad y multitud de formas que conocemos. La temperatura en la Tierra sería de 18 grados bajo cero, mucho menor que la alcanzada en las glaciaciones más intensas que ha experimentado el planeta.

Ya a finales del eón Hadeense y al iniciarse el siguiente eón, el Arqueozoico, (del griego “ar-queos” “zoos” vida), apareció la vida en los océanos recién formados, hace unos 3800 millones de años.

¿Cómo era el aire en ese momento en que suponemos un cambio de eón?

No había oxígeno, pero en cambio, el vapor de agua y el dióxido de carbono eran muy abundantes. Coinciden los estudiosos, que además de hidrógeno, se formaron otros elementos, como: carbono, nitrógeno y azufre.

Se piensa que a pesar de haber escapado mucho hidrógeno al espacio, podría haber haber habido hasta un 40 % en la atmósfera en ese momento) y a partir de este: metano, amoníaco, y gases sulfurosos.

La presencia de hidrógeno hizo a la atmósfera de ese momento, sumamente reductora, hecho que se asegura contribuyó a propiciar la formación de moléculas complejas, que reaccionando en el seno del agua de esos mares primigenios, pudieron convertirse en las primeras formas de vida en el océano.

Al final del arqueozóico, la atmósfera comenzó a tener oxígeno, después de 2000 millones de años, hasta alcanzar una concentración similar a la actual. En la alta atmósfera, se formó un tipo especial de oxígeno, en una delgadísima capa con tres átomos en lugar de dos: el ozono.

Ya a mediados del eón proterozoico, hace 1,600 millones de años, aparece y se extiende el proceso de fotosíntesis en todo el planeta. Este proceso, permitió, el aumento de la concentración de oxígeno en la atmósfera, elemento que ya alcanzaba el 18 %, cifra muy próxima a la actual, que es de 21%.

Dos acontecimientos trascendentales marcan este eón. El incremento del oxígeno en el aire y la aparición de unos nuevos seres vivos formados por células complejas, con un núcleo definido, que

llamamos eucariotas (del griego “eu” superior y “karion” núcleo).

Todos los organismos eucariotas (animales, plantas y hongos) compartimos semejanzas a nivel molecular, en la estructura de nuestros lípidos, de las proteínas y del genoma. O sea, todos los seres vivos actuales, compartimos un origen común con nuestros lejanos primos, que han formado parte de los más de 33 mil millones de especies que han poblado el planeta y que han ido haciendo mutis del escenario de la vida terrestre durante miles de millones de años, a un ritmo aproximado de una vida media de cuatro millones de años por especie, según los paleontólogos (La Sexta Extinción, Leakey, 200)

Nosotros, los homo sapiens sapiens, que nos consideramos la cima de la evolución, debemos ser modestos, pues tenemos muchos nexos genéticos en común, tanto con una enorme sequoia, como con una minúscula libélula o con un imponente elefante.

LAS GLACIACIONES

Glaciación huroniana

Según los expertos, las primeras evidencias que tenemos de glaciaciones en los continentes primitivos datan del período huroniano, en el paso del eón arqueozoico al eón proterozoico, muy probablemente entre unos 2,700 millones de años y 2,300 millones de años. A esta glaciación se le ha llamado por los ingleses, «snowball earth», Tierra “bola de nieve”.

Después de las glaciaciones en el huroniano, el clima pasó a ser muy cálido. En estratos rocosos de la región del Lago Hurón, en Canadá, por encima de los depósitos glaciares, se han encontrado rocas de caolinita, que son formadas siempre en zonas tropicales, lo que indica la ocurrencia de un clima cálido en esa región (Berger, 2002).

Durante 1,500 millones de años, entre 2,300 y 750 millones de años atrás, no hay evidencia de otras glaciaciones. A finales del eón Proterozoico hubo tres glaciaciones muy extensas e intensas. A este período se le ha llamado período Criógeniense. Estas glaciaciones han sido las más intensas que hayan ocurrido, tal vez durante casi 180 millones de años.

Durante el período Cretácico, hace 100 millones de años, la temperatura media del planeta era hasta diez grados superior a la actual, quizás con una media de 25 °C por dos causas concretas: 1) la elevada concentración de gases de efecto invernadero y 2) una mayor frecuencia de climas oceánicos, húmedos y cálidos” (Toharia, o.c. pg. 71).

Se estima que la concentración de dióxido de carbono, probablemente a causa del intenso vulcanismo, alcanzara las 1000 ppm y algunos investigadores señalan que pudo llegar a las 3000 ppm. El vapor de agua, otro eficiente gas de efecto invernadero, a causa del clima húmedo, alcanzó también valores muy elevados.

Ha habido recurrencia entre los períodos glaciares y los máximos cálidos. No hay una explicación aceptada sobre estos eventos. Se han relacionado insistentemente en la literatura, estos cambios climáticos con el movimiento de las masas continentales, llamados Pangea, de los cuales se reconocen al menos tres, y se atribuyen a: la distribución de las masas continentales y a los cambios ocurridos en la distribución de las temperaturas en el planeta.

Hace veinte millones de años el continente africano estaba cubierto de bosques de este a oeste. Coexistían no menos de 12 especies de hominoideos.

Fuerzas geológicas, impulsadas por la colisión de placas tectónicas desde el mar Rojo, al norte, hasta Mozambique al sur, fueron separando el continente hasta formar un valle largo y profundo: el “Rift Valley”. Emergieron dos cadenas montañosas, el macizo de Kenia y el de Etiopía.

El continente, así dividido, permaneció con grandes bosque al oeste y las zonas al este, se hicieron más secas, convirtiéndose en sabanas. Se ha señalado por algunos investigadores, que algunos monos, especialmente listos, comenzaron a andar en dos patas por la sabana africana, al no haber árboles suficientes ni comida abundante” (Manuel Tohaira, el Clima, pag 75).

Al parecer, estos cambios en la ecología de este lugar de África, tuvieron una influencia decisiva en la evolución de la familia humana. Hace tres millones de años, coexistieron allí varias especies de nuestros antepasados.

Durante una glaciación, las temperaturas medias del planeta pueden haber sido inferiores hasta en 10 grados centígrados e incluso aún más. Casi durante la tercera parte de su existencia, las temperaturas en el planeta han sido extremadamente frías. El 80 % del Cuaternario, el período más reciente, ha tenido un clima glacial.

EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL

La magnitud del enfriamiento durante el último máximo glacial, ocurrido entre 23,000 y 19,000 años antes del presente, fue muy diferente según la latitud. Se ha calculado, que el descenso de la temperatura media en el conjunto de las tierras del hemisferio norte fue entre 5,7°C y 8,7°C. Pero en muchas partes del planeta, por ejemplo en Europa, la temperatura media pudo ser más de 15°C inferior a la actual.

En las tierras tropicales el descenso de la temperatura media fue menor, de unos 5°C, aunque el cambio hidrológico y paisajístico fue también considerable (Uriarte, A . o.c 2007, pg 79).

No se conoce cuáles han sido las causas de estas glaciaciones, que terminaron casi al inicio de nuestra civilización, hace apenas 10,000 años. La mejor y más aceptada explicación, al menos para las glaciaciones cuaternarias, se debe al astrónomo serbio, Milutin Milankovich, que se dedicó a elaborar una teoría matemática sobre el clima, estimando la mayor o menor incidencia de la radiación solar en la Tierra y en sus regiones, explicación que sido aceptada con beneplácito en el ámbito académico, aunque no explica las glaciaciones anteriores.

Para explicar estas glaciaciones cuaternarias, Milankovicht invoca las siguientes causas:

- a) la relación del momento de los equinoccios y de los solsticios con respecto al momento de mayor o menor lejanía de la Terra al Sol (precesión de los equinoccios);
- b) los cambios en la excentricidad de la órbita terrestre; y
- c) los cambios en la inclinación del eje de rotación de la tierra (oblicuidad del eje).

Al combinarse los tres ciclos de variación, con sus diferentes periodicidades e intensidades, se producen variaciones complejas en la cantidad de radiación solar interceptada en cada latitud y en cada estación del año (Berger, 1979).

Tras el ascenso brusco de las temperaturas que se produjo al final del Pleistoceno, se entró en el último período interglacial del Cuaternario: el Holoceno.

Más recientemente, hace menos de 200 años, tuvimos un período llamado la “Pequeña Edad de Hielo o mínimo de Maunder, por el nombre del científico inglés que correlacionó las manchas solares con la variación en el clima.

En el período comprendido entre 1,645 y 1,715, las manchas solares prácticamente desaparecieron de la superficie del Sol, tal como observaron los astrónomos de la época. En este período, los astrónomos observaron aproximadamente 50 manchas solares, mientras que lo típico sería observar entre unas 40,000 y 50,000 manchas solares.

Los científicos suponen, que esta circunstancia causó el descenso brusco de la radiación solar que llegaba a la Tierra e inviernos prolongados en el hemisferio norte que causaron hambre y enfermedades por la pérdida de cosechas. A este periodo se la ha llamado “Pequeña Edad de Hielo” o “mínimo de Maunder”.

Pequeña Edad de Hielo. El Támesis congelado

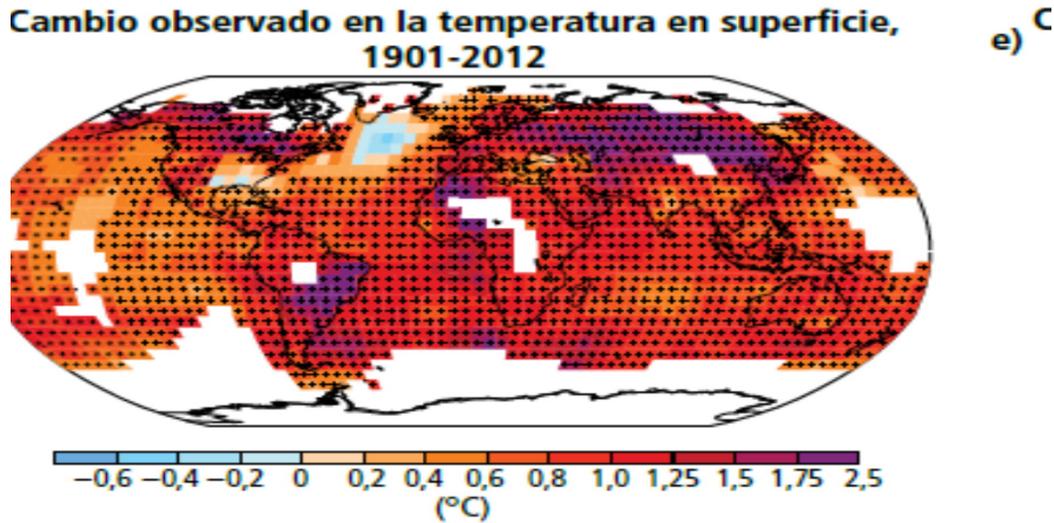


Fuente: **METEORED** tiempo.com s M José Miguel Viñas 15 Feb 2001.

Los gases de efecto invernadero, la contaminación atmosférica y el calentamiento global

Actualmente existen múltiples evidencias de los cambios climáticos en nuestro planeta a causa de las actividades humanas.(IPCC cambio climático 2013).

Mapa de los cambios observados en la temperatura en superficie entre 1901 y 2012, derivado de las tendencias en la temperatura determinadas por regresión lineal de un conjunto de datos (línea naranja en la figura)



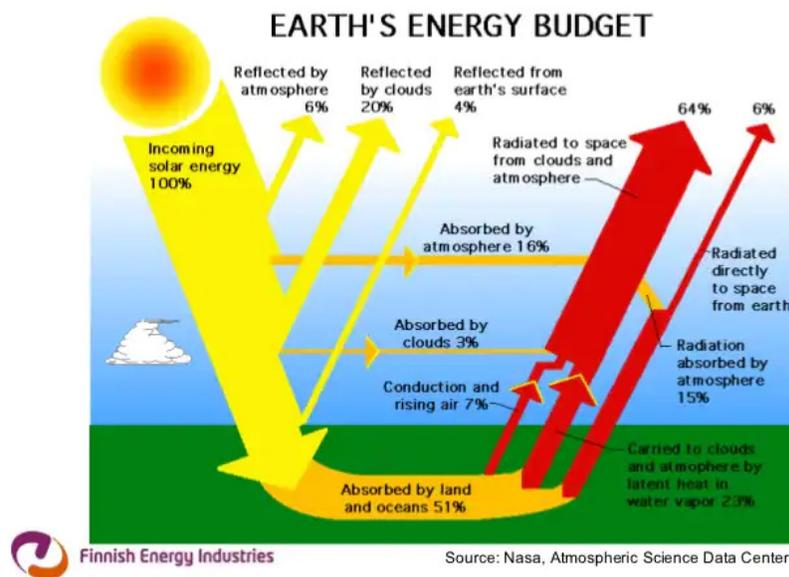
Fuente: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto.

Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Resumen para responsables de políticas.

Los cambios antropogénicos en GHGS (E.G., CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFCS) y aerosoles grandes (>2.5 mm) modifican la cantidad de radiación de onda larga saliente por la absorción de estas ondas

Earth's energy budget



El tema de la calidad del aire en ciudades

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

• COMPARACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AIRE EN DIFERENTES GRANDES CIUDADES DEL MUNDO

CIUDAD	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	SO ₂
• CALCUTA	388	64
• BEIJING	370	116
• TEHERAN	281	186
• CIUDAD DE MEXICO	100-600	80-200
• BANGKOK	220	34
• SANTIAGO	210	33
• MANILA	120-260	20-60
• ATHENS	173	34
• BOMBAY	140	23
• SAO PAULO	60-36	36-82
• LOS ANGELES	48-116	0-10
• NEW YORK	81	80
• TOKYO	61	20
• WHO RECOMMENDATIONS	80-80	40-80

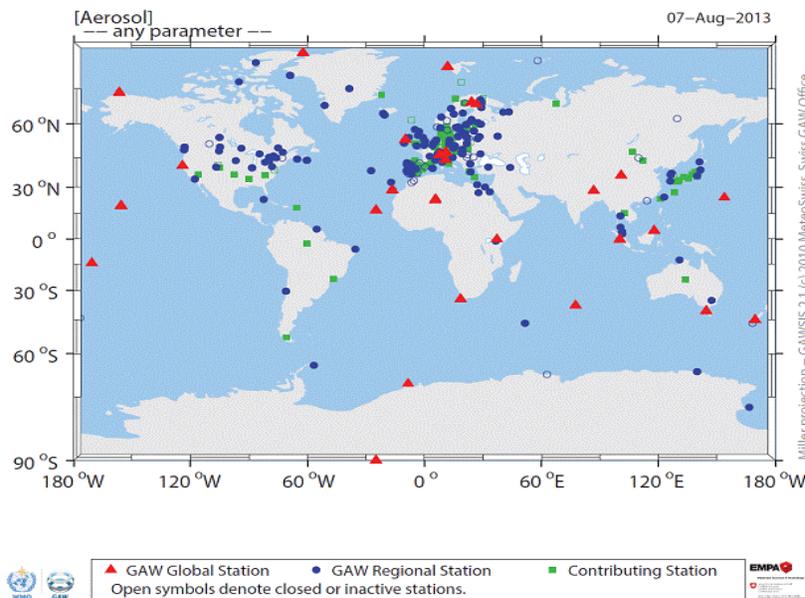
• FUENTE: WHO/UNEP (1992), WORLD BANK (1992), OTHER WORLD BANK REPORTS.

Fuente: FUENTE: WHO/UNEP (1992), WORLD BANK (1992), OTHER WORLD BANK REPORTS.

Organización Meteorológica Mundial: Sistema de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG).
 Vag: Vigilancia de la atmósfera global (VAG) (Investigación Vag Aerosol)

Sistema de vigilancia de la atmósfera global (VAG). Las VAG se centran en la coordinación y aplicación de las observaciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera: el ozono, la radiación ultravioleta, los aerosoles, ciertos gases reactivos y la química de las precipitaciones en todo el mundo.

Estaciones VAG



Fuente: Programa vag: vag (vigilancia atmosférica global).

¿Qué es el Ozono?

El ozono es una forma especial de oxígeno con la fórmula química O_3 . El oxígeno que respiramos y que es tan vital para la vida en la tierra es O_2 . El ozono constituye una parte muy pequeña de nuestra atmósfera, pero su presencia es sin embargo vital para el bienestar humano. La mayoría del ozono se encuentra en lo alto de la atmósfera, a alturas entre 10 y 40 kilómetros sobre la superficie de la Tierra. El ozono en la estratosfera absorbe parte de la radiación ultravioleta biológicamente dañina del Sol.

Según Riabchikov (1976), “esta capa absorbe el 13% de la radiación solar, incluyendo el 7% de los rayos ultravioletas. Su concentración máxima a una altura de entre 15 a 26 kilómetros es de 0.001 en volumen. El contenido crítico para la vida es de 0.000007%”

Por el contrario, el exceso de ozono en la superficie de la Tierra que se forma a partir de contaminantes se considera ozono “malo”, ya que puede ser perjudicial para los seres humanos, las plantas y los animales.

El premio Nobel de Química de 1995 fue otorgado a los químicos Mario Molina y F. Sherwood Rowland, por descubrir el papel negativo de los compuestos CFC sobre la capa de ozono. El ozono troposférico es el tercer mayor contribuyente al efecto invernadero radioactivo forzado, después del dióxido de carbono y el metano. Es parte del escudo de la Tierra contra la radiación ultravioleta, en particular cuando hay agotamiento del ozono estratosférico. El ozono juega un papel crucial en la química de la troposfera como el principal precursor para el radical OH que determina la capacidad de oxidación de la troposfera.

Gases contaminantes y de efecto invernadero

- Monóxido de carbono;
- Óxidos de carbono;
- Hidrocarburos;
- Compuestos halogenados y sus derivados;
- Los CFCS;
- Metales pesados.

Son elementos químicos de masa atómica y densidad elevadas presentes en la atmósfera. Se consideran muy peligrosos, puesto que no se degradan ni química ni biológicamente (tienen una vida promedio de miles o millones de años). Por lo que se acumulan en los seres vivos transfiriéndose a través de las cadenas alimentarias, entre los más nocivos destacan:

- PB, CD, HG,AR,NI;
- Compuestos orgánicos volátiles (VOCS);
- Óxidos de nitrógeno (Nox); y
- Dioxido de azufre.

La atmósfera

Es muy probable que el período comprendido entre 1983 y 2012 haya sido el período de 30 años más cálido de los últimos 800 años en el hemisferio norte, donde es posible realizar una evaluación de ese tipo (nivel de confianza alto) y es probable que ese período haya sido el período de 30 años más cálido de los últimos 1 400 años (nivel de confianza medio). El calentamiento del océano es el factor predominante en el incremento de la energía almacenada en el sistema climático.

Los océanos

El calentamiento del océano es el factor predominante en el incremento de la energía almacenada en el sistema climático. Y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 (nivel de confianza alto). A escala global, el calentamiento del océano es mayor cerca de la superficie: los 75 m superiores se han calentado 0,11 [0,09 a 0,13] °c por decenio, durante el período comprendido entre 1971 y 2010. Es prácticamente seguro que la capa superior del océano (0-700 m) se haya calentado entre 1971 y 2010, y es probable que se haya calentado entre la década de 1870 y 1971.

¿Existe vida en nuestro planeta por una suma de afortunadas coincidencias?

A finales del siglo XIX era creencia general que ya se habían hecho en física todos los descubrimientos interesantes y todo lo que quedaba era medir con precisión cada vez mayor: una empresa de pulido más que de descubrimiento o revolución. Llevando al extremo esta tendencia, Albert Michelson escribió en 1894 que se había extendido la opinión de que los hechos y leyes fundamentales de la ciencia física más importantes ya han sido descubiertos, y están ahora tan firmemente establecidos que la posibilidad de que alguna vez sean reemplazados a consecuencia de nuevos descubrimientos es remota... Nuestros descubrimientos futuros deben buscarse en la sexta cifra decimal (Michelson, conferencia pública en la Universidad de Chicago, citada en *Physics Today* 21, 9 (1968) y *Lights Waves and their Uses*, University of Chicago Press, 1961).

“La creciente distancia entre la imagen del mundo físico y el mundo de los sentidos no significa otra cosa que una aproximación progresiva al mundo real”. Max Planck. Esa aproximación a mundo real, que señalaba Max Planck nos dice que la ciencia nos lleva inexorablemente a la comprensión del mundo.

Si enumeráramos todas las incidencias que hacen posible la vida en la Tierra de todas las especies que compartimos el planeta podríamos observar que el desarrollo de la naturaleza en nuestro planeta desembocó en la aparición de la vida. Las constantes que lo han permitido están en la estructura de los átomos, en los porcentajes de los quarks, en la masa de las partículas elementales que conocemos por los avances de la ciencia.

La mayoría de las constantes fundamentales que aparecen en las teorías están ajustadas con tanta precisión que si su valor cambiara aunque sólo fuera ligeramente, el universo sería cualitati-

vamente diferente, y en la mayoría de los casos, resultaría inadecuado para el desarrollo de la vida. No son coincidencias, es el resultado de la evolución de universo. Así de simple. Ha resultado así porque estamos aquí para observarlo. De otra manera, no estuviéramos discutiendo el tema.

Bibliografía

Anuchin, V.A: A Sad Tale About Geography

Barrow , J. D. Las constantes de la naturaleza (Drakontos) (Spanish Edition) Tapa dura – 12 enero 2006.

Berger,A: CLIMA: ¿Un futuro interglacial excepcionalmente largo? septiembre de 2002Ciencia 297 (5585): 1287-8 DOI: 10.1126 / science.1076120

FuentePubMed, 2002).

Gómez P. J. 1976, 1978 y 1979).LA ESFERA GEOGRAFICA. © Javier Gómez Piñeiro.

Estudios Universitarios y Técnicos de Guipúzcoa.

(Actual Universidad de Deusto, campus de Donostia)

IPCC cambio climático 2013)

Hawking,S, Mlodinow,L: “El gran diseño” p. .111

<https://www.librosmaravillosos.com>

Nguyen, NB, Nunes, FM Thompson IJ y Brown, EF.

Low temperature triple alpha rate in a complete three-body nuclear model,

Phys. Rev. Lett.109 , 141101 - Publicado el 1 de octubre de 2012.

Riabchikov «Estructura y Dinámica de la esfera geográfica», Moscú, 1976.

Tohaira, «El clima en la tierra», Madrid 2005)

Uriarte, A. O.C 2007, p. 79).