

Introducción al origen de la vida

Francisco Vidal Guardado

Precámbrico (4600-500 m.a.)

Hay un término empleado en Geología que, a mí me gusta especialmente. Ese término es “lámina”. Con él se hace referencia a las líneas paralelas que surcan las rocas sedimentarias, como por ejemplo las que forman el muro rocoso de la playa de Peñarrubia. Las rocas sedimentarias se producen a partir del polvo resultante de la erosión de otras rocas, que ha sido transportado y depositado en el lecho marino o de un lago (zona fótica) y cada lámina es el material que cae, durante cierto periodo de tiempo en el lecho de ese mar o lago. Por ello cada lámina contiene información sobre el momento en que se formó: el contenido de la atmósfera, el potencial erosivo de los ríos, si hubo algún impacto meteórico, cual era la flora y la fauna, las partículas en suspensión de la atmósfera... etcétera, etcétera. El arte de leer las láminas, “páginas” de estos libros de piedra, se llama Geología. Aquí expondré lo que se ha logrado “traducir” de estos “libros” desde el principio, desde la formación misma de la Tierra hace ya 4600 crones* durante el eón Precámbrico. La verdad es que sabemos muy poco de él fundamentalmente por 2 razones:

1.- La presión y el calor geotérmico a los que se ven sometidas las rocas precámbricas las han alterado y queda muy poco de la forma que originalmente tenían.

2.- No hay fósiles. Difícil o imposible la datación de las rocas.

¿Qué hacemos? Las conclusiones basadas en el estudio teórico son muy vagas e inestables; se producen muchos saltos evolutivos, muchas contradicciones y ambigüedades, que han llevado a los científicos a acaloradas disputas. Incluso a mí me ha llevado más de un quebradero de cabeza organizar mis apuntes para realizar este artículo, todos ellos infestados de términos dubitativos como “puede que”, “seguramente” y “quizá”. De todos modos, la comunidad científica ha considerado como válidas las ideas que expondré a continuación.

¿Qué es la Vida?

Antes de empezar a hacer especulaciones sobre cuándo y donde comenzó a existir la vida tenemos que abordar un tema aún más fundamental: ¿cuál es la dife-

rencia entre lo vivo y lo inerte? Para ello hemos de tener en cuenta un par de condiciones:

1.- La diferencia entre Vida y Muerte no es una sensación subjetiva, como puede serlo la diferencia entre sonido y ruido.

2.- No hay *nada* que tengan en común *todos* los seres vivos. Hay quien cree que todos los entes vivos coinciden en la posibilidad de reproducirse. Bueno, el ADN se reproduce y no está vivo, sin embargo un animal que halla nacido sin genitales está vivo pero no puede reproducirse.

En definitiva, “vida” es un término que se resiste a ser definido. Curiosamente un virus es considerado un ser vivo no siendo mas que carcasa llena de material genético que solo cumple funciones reproductoras, pero las esferas proteínoides que Sydney W. Fox -le veremos más adelante- consiguió en su experimento pueden reproducirse, alimentarse y crecer, pero no están vivas. ¿Qué tienen los primeros que no tengan las segundas? Podemos quedarnos con la definición de “vida” de aquel científico que dijo: “*La vida es... un todo que se puede deducir por cada una de sus partes*”

El comienzo

La Tierra surgió del disco de gas y polvo que rodeaba el recién creado Sol hace 4.600 crones. A medida que la materia se iba condensando, los materiales más pesados fueron descendiendo hacia el interior de la Tierra y los más ligeros florecieron en la superficie. Cuando la Tierra finalizó su fase de solidificación, la atmósfera estaba constituida por hidrógeno en un 92% y helio en un 7%, como la atmósfera de Júpiter. Pero estos gases no ejercieron ningún papel en el origen de la vida. Además estos gases ligeros escapan con mucha facilidad al espacio. Hoy han desaparecido casi por completo de la atmósfera y gran parte de ellos está vagando por el Cosmos. En cuanto se esfumó esta atmósfera reductora, fue sustituida por otra aún peor formada a partir de efusiones volcánicas.

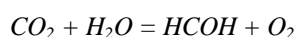
No se sabe a ciencia cierta que contenían dichas efusiones, pero se cree que estaban compuestas CO₂, amoníaco, metano y vapor de agua. Cuando los impactos meteóricos descendieron en número, la temperatura ambiente bajó por debajo de los 374°C, punto

en el que ese vapor de agua pudo condensarse y precipitarse a la tierra, formando los primeros océanos. Fue en los primeros mares donde se dieron las condiciones ideales para el surgir de la primera forma de vida, pero la vida es demasiado compleja para haberse surgido por pura casualidad, por el simple hecho de que los materiales necesarios para formarla hallan coincidido en el lugar y momento oportunos. Tuvo que haber una radiación energética especial, una especie de "ayuda". Si la vida hubiese sido creada sin esa "ayuda" externa podríamos concluir que ha infringido una ley fundamental de la física: el 2º principio de la Termodinámica. En él se dice que: *No puede haber un intercambio de calor entre dos o más cuerpos si no hay un aporte de energía externa.* Dicho de un modo más claro: ningún sistema puede hacerse más complejo si no se contribuye a ello. Entonces ¿qué ha contribuido a que la vida, en su proceso de evolución, se halla hecho progresivamente más compleja? ¿Dios quizá? El bioquímico S. L. Miller trató de dilucidar esta cuestión en un experimento que lleva su nombre. En dicho experimento se hace hervir medio litro de agua destilada en un matraz, a cuyo cuello se había acoplado un tubo lleno de gases reductores como

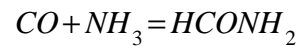
el metano, el amoníaco, y CO_2 . El vapor de agua, tras mezclarse con estos gases, era expuesto a radiación eléctrica. Al final del tubo un condensador licuaba el vapor y lo devolvía al matraz, de modo que el proceso se repetía una y otra vez. En definitiva, lo que Miller pretendía era imitar en la medida de lo posible las condiciones de la atmósfera primitiva. Al cabo de 7 días Miller encontró disueltos en el agua del matraz:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1.- Glicina. | 6.- Ác. Propiónico. |
| 2.- Alanina. | 7.- Ác. Succínico. |
| 3.- Ácido aspártico. | 8.- Ác. Iminodiacético. |
| 4.- Ác. Glutámico. | 9.- Urea. |
| 5.- Ác. Acético. | |

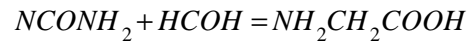
La "ayuda energética" pudo ser las tormentas eléctricas tan frecuentes en el Precámbrico. Los rayos se comportaban del mismo modo que las descargas eléctricas producidas por los electrodos en el experimento de Miller. ¿Qué había ocurrido dentro del dispositivo? De todos los compuestos químicos resultantes el más simple es el N°1: la Glicina o Glicocola. El dióxido de carbono reaccionaba con el agua formando aldehído fórmico y oxígeno.



Del mismo modo el CO_2 y el amoníaco reaccionaban así:



Pero ¿y si juntamos ambas sustancias químicas resultantes?



El resultado es un aminoácido proteico, concretamente la glicocola o glicina.

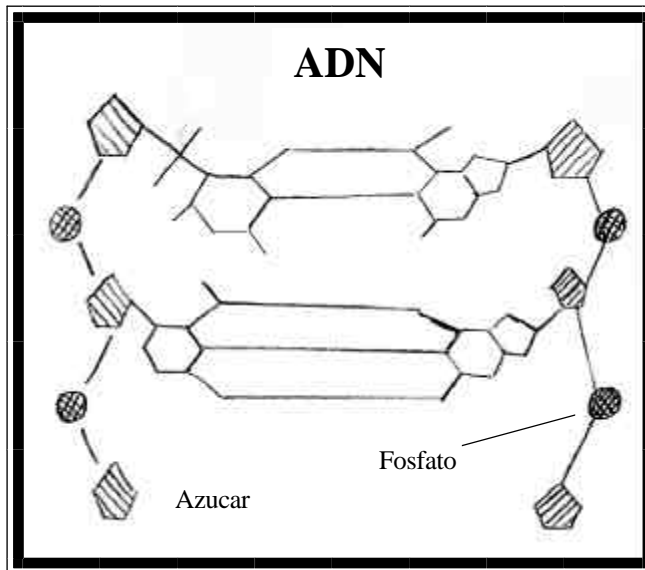
Todos los aminoácidos se distinguen de las demás sustancias químicas en que su fórmula contiene NH_2 y COOH junto con otro compuesto intercalado. Pero no necesariamente tuvo que ser la energía de los rayos la única provocadora de las anteriores reacciones.

Dado que no existía capa de ozono, la radiación solar pudo también ser un aporte de energía externo, por no hablar de la radiación cósmica, la radiactividad de algunas rocas o incluso la energía de los impactos meteóricos. En conclusión: usted y yo, el plástico con el que hacemos CD's y ordenadores, el oxígeno que respiramos y las plantas que producen ese oxígeno, los animales cuya carne nos alimenta, el carbón que nos da energía, el petróleo, las semillas y los

cereales, la biomasa con que hacemos energía renovable, el aceite, el papel del que está hecha esta revista, las hojas secas de los árboles en otoño, todo lo que sea vida o venga de algo vivo no es si no una recombinación de los gases letales que llenaban la atmósfera del precámbrico.

El huevo y la gallina

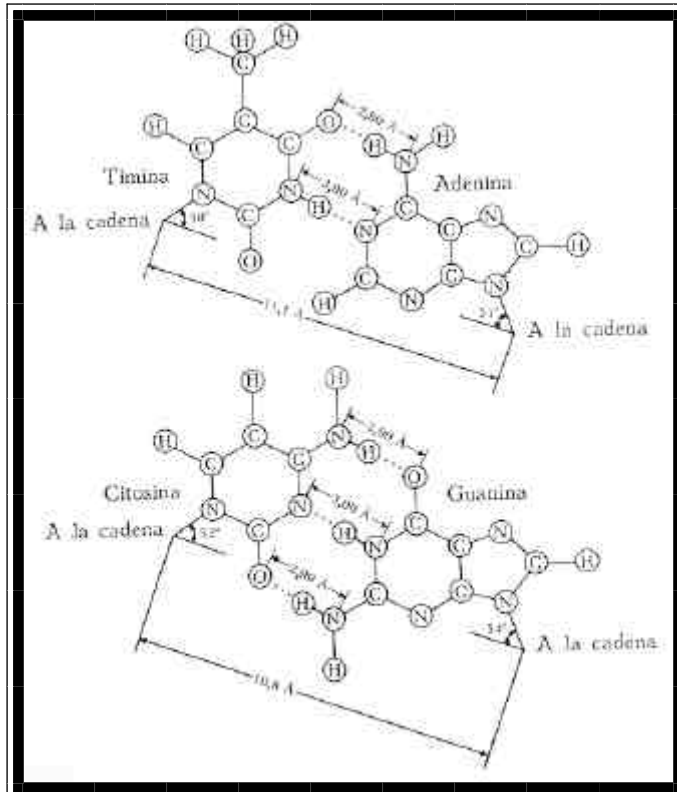
Los aminoácidos fueron poco a poco formando cadenas llamadas proteínas. Las proteínas combinadas en una determinada manera y estructura, producen como resultado las enzimas y el ADN o Acido Desoxirribo-Nucleico. El ADN está compuesto por dos hilos formados cada uno de ellos por una secuencia alternada de azúcar-fosfato. Sobre cada pareja azúcar-fosfato hay un nucleótido. Hay 4 tipos diferentes de nucleótidos: la Adenina (A) la Timina (T) la Guanina (G) y la Citosina (C) Dado que la A solo puede unirse con la T y la G con la C, si tenemos en uno de los hilos la secuencia: ACCTAGTCA en el otro hilo será: TGGATCAGT. A partir de sólo una mitad podemos deducir la otra. Esto hace que el ADN pueda hacer copias de sí mismo y que, por consiguiente, pueda reproducirse. Los dos hilos se enroscan uno sobre otro for-



mando la famosa Doble Hélice. La aparición del ADN fue un gran paso adelante, pero ¿cómo se formó esa estructura tan compleja? ¿Y las enzimas, como aparecieron? Aquí viene un problema. La famosa paradoja del huevo y la gallina. Ni el ADN ni las enzimas pueden ser útiles por separado. El ADN favorece la producción de enzimas y las enzimas la producción de ADN. ¿Quién de los dos se formó primero? Hay científicos que buscaron un punto medio entre una enzima y el ADN: El ARN o Acido Ribonucleico que es el propio ADN cortado longitudinalmente. En el interior del núcleo de una célula, las enzimas dividen el ADN en dos hebras de ARN, una de las cuales sale del núcleo y se dirige a unos orgánulos llamados ribosomas. En ellos divide el ARN en grupos de 3 nucleótidos que se codifican en forma de proteínas llamadas "códonos". Los códonos son los que dan instrucciones de funcionamiento al resto de los orgánulos. En este aspecto el ARN se comporta como material genético. Pero, teniendo en cuenta que si se colocan adecuadamente nucleótidos sobre una cadena de ARN se forma ADN, el ARN se comporta también como una enzima. Si admitimos que el ARN produjo ADN, y que a su vez este produjo enzimas, ¿qué produjo al ARN?

Los primeros latidos de la vida

El salto evolutivo mas duro fue el que separa el ADN, proteínas y aminoácidos dispersos en el océano precámbrico a la aparición de la primera célula. Tengamos en cuenta que una célula no es solo un núcleo, una membrana y algo de citoplasma. Una célula que sea realmente capaz de sobrevivir precisa mucho más. ¿Cómo fue que de pronto todo el material necesario se acumuló en el instante preciso, en el lugar idóneo y en las condiciones necesarias para ser rodeado de pronto por una membrana plasmática y formar la primera célula? Hans-Joachim Zillmer dijo en su libro *Darwin se equivocó* que:



“La ciencia convencional supone que la naturaleza se fue probando y probando hasta que por un feliz encadenamiento de infinitas casualidades surgieron formas de vida complejas. Pero, desde la perspectiva de la probabilidad, esta lotería sería equiparable a dar a un mono una máquina de escribir y esperar a que escriba sin faltas una obra en varios volúmenes y además sin darle un modelo”.

Claro que si tenemos a varios billones de monos escribiendo constantemente durante meses, a lo mejor uno logra

escribir una frase coherente y sin faltas. Lamentablemente la teoría más sencilla que explica el origen de la primera célula necesita una cantidad de casualidades comparable. Es la siguiente:

Pongamos que en un lugar de la costa hace 4000 crones se hubiese acumulado una gran cantidad de lo que los científicos llaman el Caldo Primordial, una masa dispersa y caótica de moléculas orgánicas flotando en el agua del mar. Sobre la superficie marina se habría formado una capa de moléculas *bipolares lipídicas*, con una cabeza y 2 colas (Ver Fig. 1). Por

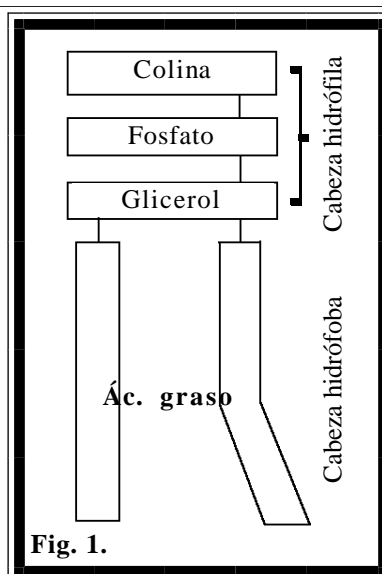


Fig. 1.

cada micrómetro de superficie marina había nada menos que 5 millones de ellas. La cabeza de estas moléculas es hidrófila, es decir que se ve atraída por el agua y está formada por una colina, un fosfato y un glicerol; pero las dos colas se componen de un ácido graso que las convierte en hidrófobas, es decir que son repelidas por el agua. Por ello estas moléculas adoptan la posición erizada que aparece en la figura al flotar en el agua (Ver Fig. 2). Cuando el viento o la lluvia agitaban el Caldo Primordial, se van formando en la superficie de estos pequeños bultos que pueden llegar a cerrarse sobre sí mismos formando una esfera. Si por casualidad se congregan en el

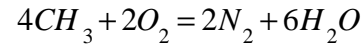
bulto una molécula de ADN y algunas enzimas antes de que este se cierre, quedarán atrapados en él sin poder salir. Cuando la esfera cae de nuevo sobre el agua,

vuelve a ser rodeada por una segunda capa de moléculas, formándose entonces una membrana plasmática. ¿Qué es improbable que esto ocurra? Pues sí, es verdad, pero no hay otra explicación más simple. Les invito a proponer una teoría más eficaz.

Hubo un primer ser vivo hace 3800 cro-nes. Este ser era un procariota, es decir, su ADN estaba disperso caóticamente en su interior y carecía de orgánulos. Se alimentaba del material genético que flotaba en las aguas del Precámbrico mediante un proceso llamado quimiosíntesis. Al alimentarse, crecía, como es evidente, y cuando llegó a un lugar donde abundaban los nucleótidos, los empleó para hacer copias de su ADN y reproducirse por primera vez. Todos nosotros descendemos de aquel ser vivo. Este primer protobionte tuvo una abundante descendencia que siguió reproduciéndose hasta alcanzar una población de decenas de miles de millones de entes. Pero el alimento para estos seres no era eterno. Al cabo de un tiempo, el Caldo Primordial comenzó a escasear hasta desaparecer. A partir de este punto crítico se crearon las primeras formas evolucionadas de alimentación. La primera medida que se tomó por parte de los protobiontes fue comerse los unos a los otros (holotrofismo). Algunos de ellos comenzaron a desarrollar formas de alimentación más avanzadas, por ejemplo el *saprotrofismo*, o descomposición de otros protobiontes muertos con fines nutritivos. También aparecieron

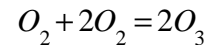
los parásitos, que se beneficiaban de las sustancias producidas por otros seres sin ofrecer nada a cambio. Pero si las cosas se hubiesen quedado así, todo se habría desestabilizado. El 2º Principio de la Termodinámica cobraría su factura; los organismos holotróficos, al reproducirse, elevarían su demanda de alimentos por encima de lo que la naturaleza puede ofrecerles, los parásitos se quedarían sin huésped, la vida habría desapareciendo y la Tierra volvería a ser un planeta estéril. Necesitamos un “motor” que tome energía del directamente del medio y transforme una atmósfera reductora en una oxidante,

como la actual. Ese motor se llama Fotosíntesis. Durante el proceso fotosintético se puede transformar vapor de agua y CO_2 en oxígeno y azúcares. Los organismos llamados *cianobacterias* fueron los primeros en emplear este proceso para alimentarse.



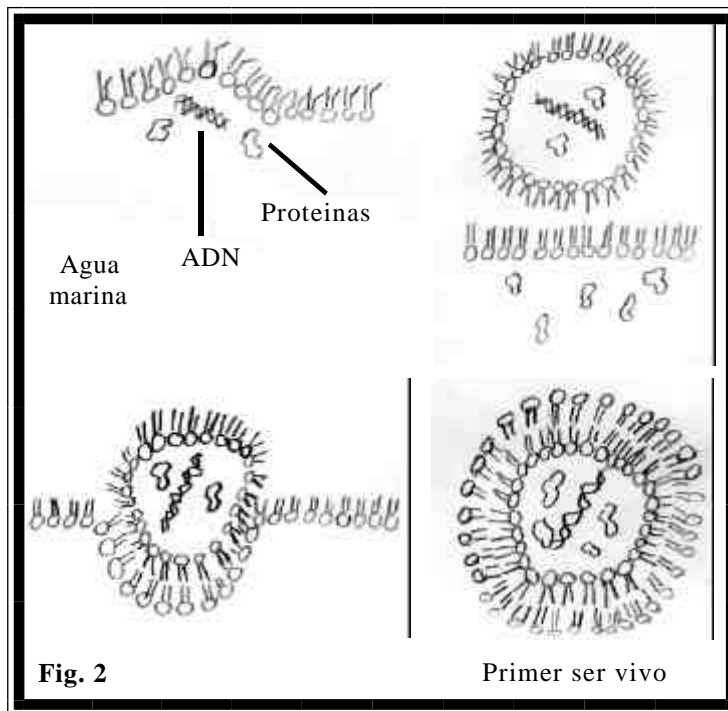
Se quedaban con los azúcares resultantes y liberaban el oxígeno a la atmósfera. Este, al combinarse con el metano produjo nitrógeno y vapor de agua.

Otra parte del oxígeno liberado se combinó con sí mismo para formar ozono.



Las primeras cianobacterias que realizaron la fotosíntesis crecían en colonias alargadas, formadas por un conjunto de células alineadas. Las corrientes marinas hacían que sobre la superficie de cada colonia se acumulasen limos que impedían que la luz llegase a los tejidos. Como la colonia no podía eliminar

estos sedimentos crecía para llegar a la luz. Sobre las nuevas células se iban acumulando más limos y la colonia seguía creciendo para evitarlos. Cuando los limos se comprimían por el peso se formaban rocas que hoy conocemos como estromatolitos. Las cianobacterias que formaron los estromatolitos, al liberar oxígeno, oxidaron el hierro presente en el suelo de las tierras emergidas, tiñéndolas de un color rojizo, como la superficie de Marte. Pero aquí viene una contradicción. Las



primeras formas de vida eran *anaerobias*, es decir, si fueran expuestas al oxígeno, morirían al instante. Siendo el oxígeno un gas letal para ellas ¿por qué no se extinguieron con las aparición de la fotosíntesis?

Si el origen de la vida no tuviera estos misterios dejaría de ser un tema tan interesante.

Eucariotas, procariotas y virus

Todas las células que forman los seres vivos complejos (plantas, hongos y animales) son organismos eucariotas, es decir contienen en su interior diminutos aparatos químicos llamados *orgánulos*. Enton-

ces es evidente que si queremos saber como surgió la vida compleja primero hemos de preguntarnos de donde surgieron estos orgánulos y de cómo se incorporaron en la vida bacteriana que existía hasta entonces. Los científicos han observado que los cloroplastos que poseen las plantas y las mitocondrias de los animales (ambos son orgánulos responsables de la fotosíntesis y la producción de energía respectivamente) tienen un sospechoso parecido con las bacterias. Son iguales en forma y tamaño, poseen su propia cadena de ADN, y emplean proteínas muy parecidas a las de las bacterias. Esto incita a pensar que cloroplastos y mitocondrias eran en un principio seres vivos independientes que entablaron una simbiosis con una bacteria más grande que ellos. Esta hipótesis, llamada Teoría Simbiótica, cuenta con un gran número de partidarios, pero flojea en varios aspectos. Por un lado, el ADN que poseen estos orgánulos no es suficiente para reproducirse. Los genes responsables de la producción de cloroplastos y mitocondrias están en el núcleo. Podemos pensar en una transferencia de ADN, pero no hay indicios de que haya ocurrido nunca. Por otro lado algunas de las funciones realizadas por estos orgánulos las hace también la membrana plasmática, lo cual defiende la teoría de que mitocondrias y cloroplastos surgieron de los pliegues en la susodicha membrana. Hoy día, el surgimiento de la vida eucariota a partir de la procariota sigue siendo tema de debate pese a que en la mayoría de los libros de biología la teoría Simbiótica se presenta como la acertada.

Otro misterio a cuya resolución la ciencia no se ha acercado todavía es a la aparición de los virus. Un virus es una carcasa llena de material genético. No hacen nada salvo reproducirse. La lógica nos lleva a deducir que fueron los primeros seres vivos, pues son los más simples. Pero un virus necesita una célula a la que inyectar su ADN para convertirla en una fábrica de producir más virus. Ellos no pueden infectarse entre sí de modo que la aparición de estos seres aconteció después del de las procariotas. ¿De donde surgieron? Hay científicos que dicen que los virus surgieron cuando el material genético de una bacteria se escapó de ésta. Pero el ADN de una bacteria no se parece ni de lejos al de un virus y tampoco tiene manera de atravesar la membrana plasmática. Toda esta serie de indicios nos lleva a pensar que los virus surgieron por casualidad, al igual que el resto de la vida. Lamentablemente es muy difícil dar otra explicación que no se base en la probabilidad, y aunque se pudiese, sería una explicación no deducible a partir de los caminos de la lógica, los mismos que nos han llevado hasta aquí. A partir de este punto la vida continuó evolucionando en formas cada vez más complejas. No sabemos muy bien cual era la apariencia de estos seres vivos hasta el Precámbrico terminal, hace unos 570 millones de años. En el yacimiento australiano de Ediacara se han encontrado huellas fosilizadas que dejaron los cadáveres de las primeras formas de vida complejas. En Ediacara se han encontrado 1400 especímenes de 40

especies diferentes. El 60% de esta población estaba formada por celentéreos, el 25% por anélidos y un 15% por algas y artrópodos. La aparición de estos últimos, y más concretamente de los trilobites, marcan el final del Precámbrico y los principios del Cámbrico.

Continuará...

***crones:** millones de años

¿Estás buscando información astronómica en internet?

Sólo un enlace:

www.astroenlizador.com

y comienza a navegar...

