



Educación Media General

Fecha: octubre de 2023

Docente: Betzaida González

Año y secc.: 4to año "A" y "B"

Área de formación: Biología, Ambiente y Tecnología

Tema Indispensable

Preservación de la vida en el planeta, salud y vivir bien.

Tema Generador

La vida y su origen para la sustentabilidad en el planeta.

Referentes Teóricos-Prácticos

Origen del sistema solar y del planeta tierra, características de la tierra primitiva, atmósfera y fuentes de energía. Síntesis de los compuestos orgánicos y la teoría quimiosintética de Oparin y Haldane.

Desarrollo del Tema

¿Cómo era el ambiente donde apareció la vida?

La destrucción por parte de Louis Pasteur de las ideas acerca de la Generación Espontánea de la vida, unida a otros hitos históricos de gran importancia como la síntesis de materia orgánica en el laboratorio, tal como hizo Wöhler al obtener urea en 1828, así como las ideas evolucionistas propuestas por Darwin, fueron decisivas para abrir nuevas incógnitas en torno al problema del origen de la vida y para la búsqueda de evidencias que les diera respuesta.

La vida en la Tierra surgió como consecuencia de la evolución molecular. ¿Cómo es posible esto? Se ha pensado que el concepto de evolución debe ser más general y no iniciarse con el primer ser vivo. Esto significa que debió haber ocurrido una evolución abiótica primeramente: una evolución de las moléculas inorgánicas.

Para comprender esto debemos abordar una máquina del tiempo y retroceder hasta hace unos 3 800 millones de años, cuando nuestro planeta recién se formaba; e intentar reconstruir, con base en evidencia científica comprobable, la cadena de eventos que dieron lugar a la aparición de los primeros organismos vivos.

Formación de la Tierra

Aunque nunca se tenga la certeza de cómo ocurrieron los acontecimientos que dieron lugar a la vida, hay evidencias científicas que nos brindan algunos indicios.

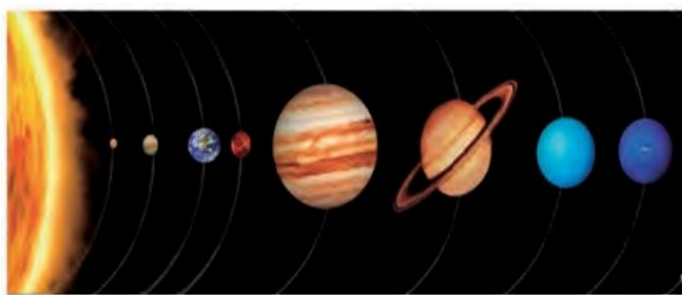


Figura 5.1. Nuestro sistema Solar está formado por 8 planetas. El tercero desde el Sol, es la Tierra.

La versión moderna de la teoría de Laplace propone que el Sol y los planetas del Sistema Solar se formaron a partir de una nebulosa en rotación que se enfrió, colapsando después, para condensarse en anillos que luego dieron lugar a los planetas. En el centro, que rotaba más lentamente, se formó el Sol. Debido a su masa, los primitivos átomos de hidrógeno se fusionaban dando origen al helio y otros elementos, liberando gran cantidad de luz. En la actualidad, las observaciones de estrellas jóvenes muestran que éstas se encuentran rodeadas por densos discos de polvo.

Pequeñas porciones en el borde exterior de la nube, que giraba más rápidamente, se condensaron formando cientos de pequeños cuerpos sólidos que se movían alrededor del Sol, siguiendo órbitas erráticas. La fuerza gravitatoria hacía que algunos chocaran entre sí, haciéndose más masivos, mientras



Figura 5.2. Formación de la Tierra.

que la energía producida en el choque hacía que se calentaran a una temperatura capaz de mantener los materiales fundidos. A medida que disminuyó el número de estos pequeños cuerpos los choques disminuyeron también, quedando unos pocos grandes cuerpos girando alrededor del Sol, que llamamos planetas. El tercero de ellos, contando desde el Sol es la Tierra.

Al principio, la Tierra era una gran masa incandescente de material rocoso fundido. Los materiales más pesados como el hierro y el níquel se hundieron hasta el fondo, mientras que los más ligeros como el silicio y el aluminio, se quedaron más cerca de la superficie. Los elementos gaseosos quedaron atrapados por la fuerza de gravedad. Lentamente, la temperatura comenzó a bajar en la superficie, por lo que el vapor de agua pudo condensarse y formar nubes. Las incesantes lluvias

ayudaron a enfriar la superficie, que era un hervidero de magma -fluyendo por todas partes. En este tiempo, nuestra Tierra era más parecida a un infierno, envuelto en una atmósfera irrespirable compuesta principalmente de dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. Pero eso no fue todo. Un protoplaneta colisionó aparatosamente con la Tierra, y de la marejada de materiales que se desprendió de ella y que quedó atrapada en su órbita, nació la Luna.

Las tormentas ocurrían sin cesar, estimuladas por la rápida rotación del planeta, pero poco a poco se fue haciendo más lento el giro y las temperaturas continuaron bajando. El agua líquida fue ocupando los espacios bajos de la superficie terrestre, formándose los primeros mares y océanos, pero aún estaban desiertos, sin vida.

Se cree que la Tierra tiene unos 4 600 millones de años. Los geólogos estiman que, al menos durante los primeros 1 000 millones de años, el ambiente en el planeta era sumamente hostil. No había vida en él. Las presiones del magma en el interior hacían emerger islas y volcanes que escupían fuego, lava y gases.



Figura 5.3. Formación de la Luna.

El agua disolvía los minerales y, poco a poco, se fue convirtiendo en lo que los biólogos modernos llaman el “caldo primordial”, una sopa rica en sustancias que reaccionaban constantemente entre sí. ¿Pero, qué formas de energía en aquella época posibilitaban las reacciones químicas?

Poderosas Fuentes de Energía en la Tierra Primitiva

La Tierra primitiva era un lugar con alta energía. En primer lugar estaba la luz de la radiación solar, que también aportaba calor. También había intenso vulcanismo, tormentas eléctricas, y todo ello bajo un baño permanente de meteoritos que bombardeaban la superficie, liberando grandes cantidades de calor al impactar. Los rayos ultravioleta, por otra parte, penetraban libremente nuestra atmósfera, ya que prácticamente no existía el oxígeno libre y, por tanto, no había capa de ozono. Estos rayos serían letales para la vida moderna.



¿Cómo una atmósfera tóxica pudo favorecer la aparición de la vida?

La atmósfera en la Tierra primitiva era sumamente tóxica. Estaba compuesta de dióxido de carbono, hidrógeno, amoníaco, metano y vapor de agua. Era una atmósfera reductora ya que, al ser muy pobre en oxígeno libre, no era favorable para la combustión ni para la respiración aeróbica. Contenía mucho hidrógeno combinado con otros elementos. El oxígeno libre en la atmósfera, por tratarse de un elemento muy reactivo, de haber estado presente habría oxidado rápidamente cualquier molécula orgánica. El helio y el neón y gran parte del hidrógeno, por ser muy ligeros, escaparon al espacio.



¿Y qué hay del agua? Se sabe que bajo mucha presión, los átomos de hidrógeno y oxígeno forman agua. Durante mucho tiempo se pensó que bajo las grandes presiones de la Tierra en sus



Educación Media General

orígenes se formó el agua y que ésta fue expelida en forma de vapor hacia la atmósfera. Se creía que, mientras el planeta estuvo muy caliente, el agua se mantuvo en estado gaseoso. Y que al enfriarse comenzó a condensarse y a caer en forma de lluvia, llenando los lugares bajos.

No obstante, los estudios realizados por la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de EE.UU.) al enviar sondas espaciales para interceptar cometas y asteroides en las cercanías de la Tierra, han demostrado que también en estos cuerpos espaciales hay agua sólida (hielo), por lo que ahora se acepta que parte del agua que hay en nuestra Tierra llegó también del espacio exterior.

Síntesis de los compuestos orgánicos. La Teoría Quimiosintética de Aleksandr I. Oparin.

Durante la década de 1920, el bioquímico soviético de origen ruso Aleksandr Ivanovich Oparin, y el biólogo inglés J. B. S. Haldane, propusieron de manera independiente una teoría para explicar el origen de la vida. Plantearon que bajo las condiciones inusuales que prevalecían en la Tierra primitiva y bajo las formas de energía existentes, ocurrieron miles y miles de reacciones químicas, que daban lugar a compuestos cada vez más complejos.

Estas reacciones eran espontáneas y constantes. Así como en la actualidad el oxígeno atmosférico reacciona espontáneamente con los metales, oxidándolos, en aquella época las moléculas presentes reaccionaban originando compuestos más complejos, que a su vez reaccionaban con otros. Algunos de esos átomos y compuestos llegaron procedentes del espacio exterior, en los meteoritos, incluso compuestos orgánicos como purinas y pirimidinas (constituyentes de los ácidos nucleicos) y también aminoácidos (bloques constitutivos básicos de las proteínas), como los hallados en el interior de un meteorito caído en Australia en 1969.



Estas sustancias eran arrastradas a los mares junto con los minerales que eran lavados por el agua de lluvia. Con el tiempo, aparecieron sustancias cada vez más complejas, es decir, de alta masa

molecular. En el agua también ocurrían reacciones, sobre todo en la superficie, donde penetraban con mayor poder los rayos solares. Oparin pensó que en los mares poco profundos y en los lodos arcillosos se fueron acumulando estas moléculas. Las arcillas resultan interesantes porque actualmente se sabe que captan monómeros orgánicos y, al contener iones de zinc y hierro, pueden actuar como catalizadores.

El aparato de Stanley Miller: un mini-ambiente de hace 4 mil millones de años

En 1953, Stanley Miller, un estudiante de la Universidad de Chicago, puso a prueba las ideas de su profesor Harold Urey, seguidor de la teoría de Oparin. Si sus suposiciones eran correctas, se podía predecir que se obtendrían compuestos orgánicos si los gases de la atmósfera primitiva se exponían a fuentes de alta energía. Para ello elaboró un tubo de vidrio cerrado el cual, luego de extraerle el aire, llenó con una mezcla de amoníaco, metano, hidrógeno y vapor de agua. Expuso la mezcla a una fuente de luz ultravioleta (UV) y a fuertes descargas eléctricas. Lo dejó funcionar 8 días.

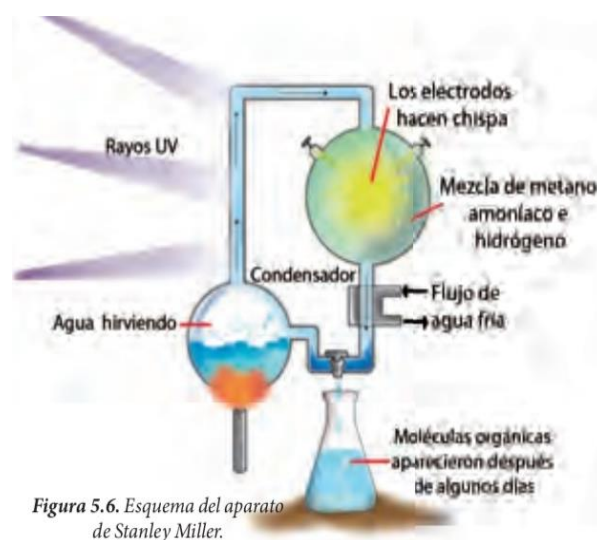


Figura 5.6. Esquema del aparato de Stanley Miller.

Al cabo de ese tiempo, analizó el líquido rojizo que se acumuló en el tubo en U y encontró aminoácidos y una variedad de otras moléculas orgánicas simples. El líquido que circulaba era originalmente incoloro. El cambio de color era un claro indicador de los cambios químicos que estaban ocurriendo en el interior del aparato. Si esto ocurrió dentro de un tubo en tan solo 8 días, ¿te imaginas todo lo que ocurrió en la Tierra en 800 millones de años?

Este aparato reproducía las condiciones pensadas por Oparin y Haldane. El agua que hervía representaba los mares y océanos, las chispas eléctricas los relámpagos, los rayos UV las radiaciones procedentes del Sol y del espacio, y la mezcla de gases a la atmósfera primitiva. El calor que hacía hervir el agua representaba el calor volcánico. Por ello, la contribución de Miller al esclarecimiento del problema del origen de la vida fue muy importante.



Educación Media General

Precursores de la vida: los coacervados de Oparin.

Coacervado es el nombre con el que Oparin denominó a las esferas protobiontes o precursoras de la vida obtenidas en condiciones de laboratorio en 1938, como resultado de la organización espontánea de membranas lipídicas en ausencia de vida. Estas membranas aislaban a “gotas” ricas en moléculas orgánicas que exhibían algunas de las características propias de los sistemas vivos.

Al disolver en agua proteínas, tales como la goma arábiga, Oparin observó que se formaban membranas rudimentarias y aparecían en el medio estas gotas o coacervados, observables al microscopio. Las membranas se formaban cuando una capa de agua rodeaba a un grupo de moléculas de proteínas. Pero más aún, estas membranas podían seleccionar algunas sustancias presentes en el medio y aumentar de tamaño (crecimiento). En algún punto se fragmentaban o dividían, dando origen a nuevas gotas coacervadas (reproducción). Además, el ambiente químico interno de los coacervados es distinto del ambiente externo (homeostasis) e incluso presentan alguna actividad catalítica en su interior (metabolismo). ¡Esto significa que agregados de moléculas complejas no vivas pudieron haberse organizado para dar origen a células vivas!

¿Estaban tan equivocados los seguidores de la Generación Espontánea?

Si todas aquellas reacciones químicas entre los compuestos inorgánicos de la Tierra primitiva ocurrieron espontáneamente y dieron origen a compuestos más complejos, y si estos pudieron en algún punto alcanzar un grado de organización tan elevado que les permitió evolucionar hacia moléculas orgánicas, que pudieron replicarse y organizarse conformando los primeros protobiontes, ¿crees que sería justo decir que los seguidores de la teoría de la Generación Espontánea estaban tan errados en sus apreciaciones?

¿Y qué papel jugó el agua presente en nuestro planeta en todo este proceso? ¿Habríamos obtenido los mismos resultados si no hubiese agua en el planeta? ¿Por qué?

Está claro que aquellas estructuras protobiontes, sugeridas por Oparin aún tenían el reto de llegar a ser autosuficientes, dinámicas y capaces de generar a otras semejantes, ya que en sí mismas no exhibían todas las características propias de la vida. Pero aun así, el surgimiento de esta clase de



Educación Media General

sistemas significó un paso gigantesco en la organización de la materia, es decir, en la evolución molecular hacia el surgimiento de las primeras células vivas.

Actividades de Evaluación

- ★ 1. A continuación se presenta una lista de eventos relacionados con el proceso de evolución prebiótica. En tu cuaderno, organiza los eventos en el orden que realmente corresponde:

Primeras células vivas

Formación del Sol

Formación del sistema solar

Formación de los mares y océanos

Formación de la Tierra

Formación de la Luna

Formación de la Atmósfera

Evolución de las moléculas Complejas

Aparición del ADN

Aparición de los probiontes

Aparición de las moléculas autorreplicantes

- ★ 1. Reflexiona sobre lo siguiente:

¿Por qué los organismos que actualmente pueblan la Tierra no podrían vivir en las condiciones de la tierra primitiva?

Orientaciones Generales

- ★ Se recomienda leer detenidamente todo el contenido de la guía.
- ★ Realizar las actividades de evaluación en el cuaderno.
- ★ El contenido será evaluado en la semana del 13 al 17 de noviembre mediante revisión de cuaderno y socialización.
- ★ Para dudas e inquietudes contactar a mi número de teléfono sólo mensajes de WhatsApp 0416-9824842

Profa de Biología: Betzaida González



Educación Media General



Ministerio
del Poder Popular
para la **Educación**

Inclusión y Calidad