

## ¿dónde quedó la Tierra en todo esto?...

Bueno, estaba por formarse y, siguiendo el principio de que la materia más densa se va al fondo, en la zona más interna y cercana al Sol naciente se condensaron sólidos los elementos preexistentes más pesados, como los silicatos minerales formados por magnesio, silicio, hierro y oxígeno, que formaron granos sólidos muy finos. Ésta fue la materia prima que sirvió para formar los cuatro planetas rocosos o terrestres que están más cercanos al Sol (Mercurio, Venus, la Tierra y Marte). El proceso de concentración de la materia dispersa fue lento y paulatino. Por acción de la gravedad, los cuerpos más grandes experimentaron un acrecentamiento de su masa atrayendo los objetos circundantes más pequeños para constituir cuerpos todavía más grandes. Se cree que al cabo de 20 mil años se pudieron haber formado cientos de cuerpos de tamaño semejante a la Luna. Estos cuerpos, por medio de un proceso de mega-choques y perturbación mutua de sus órbitas, llegaron a formar los cuatro planetas terrestres que ya mencionamos. Se especula que estos cuatro planetas se formaron en un tiempo aproximado de 10 millones de años.

La enorme cantidad de energía producida a partir de las inmensas colisiones entre estos cuerpos llegó a fundir, parcialmente, el interior de nuestro planeta. De esta manera, la historia primigenia de los planetas rocosos, incluida la Tierra, fue caótica y de gran

violencia, con superficies que se solidificaban en lasas flotando sobre roca fundida, lava en erupción y explosiones gigantescas causadas por nuevas colisiones. ¡Esto es un montón de energía! Energía que sería utilizada, quizás, para originar la vida.

Nuestro pequeño planeta azul se habría formado hace unos 4.500 millones de años, por lo cual suponemos que posee un tercio de la edad del Universo. Es el único planeta de nuestro sistema solar capaz de mantener en su superficie, y de manera permanente, al agua en su estado líquido. Esta característica ha sido fundamental en la evolución molecular y la aparición de los seres vivos.



*Un planeta ardiente. La Tierra se formó tras un largo proceso de acrecentamiento de cuerpos sólidos. Grandes colisiones fueron dándole origen lentamente. A medida que esto ocurría el centro de la Tierra iba calentándose y fundiéndose. Esa energía ha sido fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra.*

## La sopa prebiótica y la Pizza primitiva

Aún no vamos a adoptar una definición precisa del término “vida”, utilizaremos la concepción natural y más generalizada que todos tenemos sobre el significado de esta palabra. Bajo esta premisa, podríamos decir que LA VIDA se originó relativamente rápido en nuestro planeta, hace aproximadamente unos 4.000 millones de años (m.a.). Los vestigios de vida más antiguos que se han encontrado datan de unos 3.800 m.a. Se trata de unos fósiles que fueron encontrados en Australia por el paleobiólogo William Schopf, una suerte de impresiones en la roca de organismos ancestrales muy parecidos a las algas verdeazules o cianobacterias de nuestros días.

Hoy sabemos que el surgimiento de la vida en la Tierra generó profundos cambios que han moldeado la historia de nuestro planeta, al punto tal de haber cambiado profundamente la composición química de la atmósfera. La atmósfera primigenia (o primitiva) estaba conformada principalmente por vapor de agua, dióxido de carbono, nitrógeno y pequeñas cantidades de monóxido de carbono e hidrógeno, pero con una ausencia total de nuestro tan indispensable oxígeno. El hecho de que nuestra actual atmósfera cuente con una alta concentración de oxígeno (la cual, a su vez, nos permite respirar) ha sido consecuencia del proceso persistente durante miles de años de sistemas vivos que, al igual que lo hacen hoy las plantas por medio de la fotosíntesis, fijaron el dióxido de carbono (lo captaron del medio ambiente y lo utilizaron para generar energía) y liberaron enormes cantidades de oxígeno.

*¿Cómo se produjo el origen de la vida? ¿A partir de qué? ¿Hubo uno solo o varios?*

Existen muchas teorías que intentan responder a estas preguntas de maneras diferentes. Veremos algunas de ellas muy rápidamente para que puedas decidir cuál te resulta más interesante o atractiva, o incluso para que puedas armar tu propia teoría, investigar, averiguar cosas y así, quizás, algún día te dediques más profundamente a indagar en este tipo de cuestionamientos.

La respuesta más antigua que el hombre ha dado, ha sido justamente la religión. Pero no es nuestra intención derivar en tópicos relacionados a la superstición o el misticismo.

En una línea temporal podría decirse que la primera teoría fue la de la generación espontánea sostenida hasta mediados del siglo XVII. En esa época las ideas sobre la generación espontánea sostenían, por ejemplo, que los pájaros brotaban de las frutas y los patos de las caracoles, que los abetos expuestos a la sal marina producían gansos, entre otros fabulosos acontecimientos. Todo esto descansaba en el pensamiento que el hombre había sido creado por Dios y que las demás criaturas surgían por generación espontánea en el fango o materia en descomposición.

Sin embargo, el químico Luis Pasteur mediante un sencillo experimento, demostró que la vida sólo podía ser engendrada por vida y, bajo esta consideración, todos los organismos vivos procedían de progenitores “parecidos a ellos”.

Varios años más tarde y tras la impronta dejada por Darwin con su *opus maximum* (obra máxima) “El origen de las especies”, los científicos y naturalistas llegaron a la siguiente y «brillante» conclusión:



**Alexander Oparin.** El bioquímico ruso fue el primero en postular una explicación científica para explicar el origen de la vida.

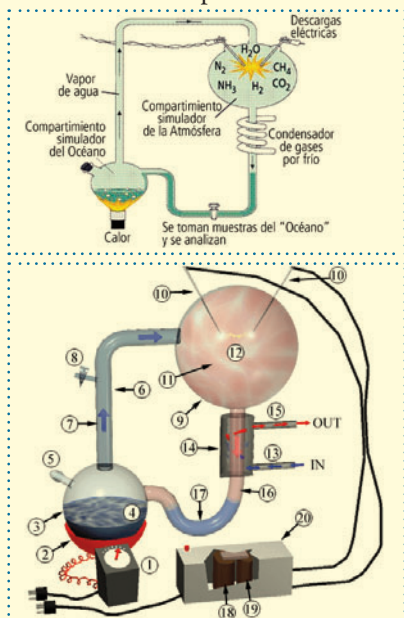
Si todos los organismos descienden de otros organismos (antecesores) y pudiéramos volver en el tiempo (hacia el pasado) lo suficiente, deberíamos llegar a un antecesor común a todas las formas de vida que hoy conocemos, el cual debería poseer ciertas cualidades sin las cuales hubiese sido imposible su evolución a organismos más complejos. Entre estas características las más importantes son: poseer información genética o instrucciones hereditarias y poseer también capacidad de replicarse y ejecutar instrucciones. En otras palabras, el primer o último antepasado común (depende cómo se lo mire) debía poseer ácidos nucleicos (ADN y ARN) y/o proteínas.

No entraremos en detalle, al menos por ahora, sobre qué son los ácidos nucleicos y las proteínas pero es importante que empieces a familiarizarte con estas palabras y con su estrecha relación con LA VIDA.

Muchas personas han sostenido que la vida se originó fuera de nuestro planeta y que pudo haber ingresado a la Tierra en un meteorito, asteroide o cualquier otro cuerpo que pueda haberse estrellado en la pubertad de nuestro planeta. Sin embargo, y aún cuando esto fuera cierto, la pregunta seguiría siendo la misma...

### ¿Cómo se originó la vida?

La primera teoría científica formal la propuso en 1924 el bioquímico ruso Alexander Ivanovich Oparin. Se basaba en el conocimiento de las condiciones físico-químicas que



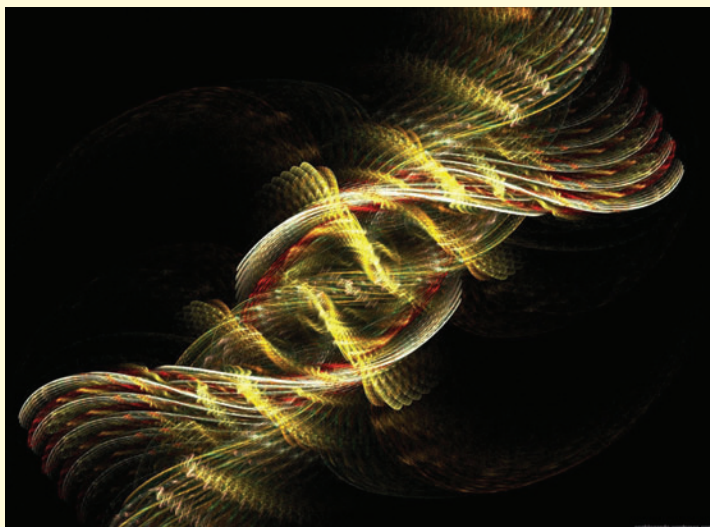
reinaban en la Tierra 4.000 millones de años. Debemos tener presente que, en toda reacción química, hay sustancias iniciales (que son las que van a participar de la reacción) y sustancias finales o productos de la reacción. A su vez la mayoría de las reacciones químicas necesitan algún tipo de energía para poder llevarse a cabo. Oparin postuló que, gracias a la energía aportada primordialmente por la radiación ultravioleta procedente del Sol y por las descargas eléctricas de las constantes tormentas que azotaban nuestro planeta, las pequeñas moléculas de los gases atmosféricos (oxígeno, metano y amoníaco) habrían dado lugar a moléculas cada vez más complejas hasta llegar a generar aminoácidos (elementos constituyentes de las proteínas) y ácidos nucleicos. Según Oparin, estas primeras moléculas “habrían quedado atrapadas en las aguas poco profundas formadas en el litoral del océano primitivo” y al ir concentrándose con el paso del tiempo, habrían continuado su evolución y diversificación.

Esta hipótesis inspiró las experiencias realizadas a principios de la década del 50 por el estadounidense Stanley Miller, quien recreó en una pelota de vidrio la supuesta atmósfera terrestre de hace unos 4.000 millones de años. Sometió la mezcla (de compuestos muy simples) a descargas eléctricas que simulaban tormentas.

*El origen de la vida en el laboratorio. Experimento diseñado por Stanley Miller. El balón de vidrio contenía agua simulando un océano primitivo. En otro balón una mezcla de gases (los que se creían formaban parte de la atmósfera primitiva de la Tierra) eran sometidos a descargas eléctricas (simulando tormentas). Esos gases se condensaban*



Después de apenas una semana, Miller identificó en el balón varios compuestos orgánicos, en particular, diversos aminoácidos, urea, ácido acético, formol, ácido cianhídrico y hasta azúcares, lípidos y alcoholes, moléculas complejas similares a aquellas cuyo surgimiento ya había predicho Oparín. De esta manera, se habría formado la sopa o caldo prebiótico que contenía la mayoría de los compuestos químicos encontrados en los sistemas vivos. Pero aún restaban muchas preguntas por responder para llegar de estos compuestos a una célula capaz de dividirse portando su propio material hereditario. Imaginemos que, finalmente, con estos elementos se forma una célula con material hereditario, digamos ADN. Ahora, para que esa célula se divida formando dos nuevas células tal como lo hacen hoy en día, se necesitan proteínas, que a su vez son originadas a partir del ADN. Entonces, el ADN necesita proteínas para duplicarse, pero las proteínas necesitan del ADN para formarse.



*La vida y el ADN. La molécula más famosa que portan los seres vivos: el ADN. Allí se almacena gran parte de la información que nos hace diferentes, entre nosotros y con el resto de los seres vivos.*

A finales de los años sesenta, un grupo de investigadores propuso que el ARN (ácido ribonucleico) podría haber contado con capacidad de replicarse a sí mismo sin ayuda de proteínas (quienes lo hacen en la actualidad) y que, incluso en algún momento, hasta pudo haber comenzado a dirigir su propia síntesis. Aunque, por aquel entonces se desconocía si el ARN era capaz de realizar estas tareas se encontró un escenario donde este dilema del “huevo y la gallina” podría haber sido resuelto. Los investigadores decidieron llamar a este escenario “mundo de ARN”, un mundo donde éste fuera el encargado de llevar a cabo todas las reacciones necesarias para la supervivencia y reproducción del último antepasado común, ya que habría contado con la capacidad de unir aminoácidos y formar proteínas, a la vez que almacenaba información hereditaria en su propia composición.

En pleno auge de la Biología Molecular experimental, a principios de los ochenta, Thomas R. Cech y Sidney Altman descubrieron que ciertos tipos de ARN, efectivamente, podían llevar adelante actividades típicas de algunas proteínas, en realidad de enzimas con determinadas actividades catalíticas, en palabras más técnicas y precisas. El ARN era capaz de auto-fragmentarse en dos y, posteriormente, volverse a unir sin la ayuda de proteínas. Este descubrimiento le otorgaría un sustento fundamental a la hipótesis del “mundo de ARN”.

Pero, la teoría de la sopa prebiótica y el mundo del ARN descansa sobre la suposición de que la atmósfera de la Tierra era altamente reductora (prácticamente no poseía

Sería recomendable que una vez que hayas finalizado con la lectura del libro vuelvas a releer este capítulo, ya que sin duda, podrás comprender mucho mejor algunos de los conceptos aquí expresados.

oxígeno) y que la vida se originó en medio de una solución de compuestos orgánicos complejos en los océanos en formación: lo que llamaríamos una sopa prebiótica. El camino seguido por la química de la vida habría sido:

Compuestos simples → Compuestos orgánicos complejos → ARN → ADN y Proteínas

En la vereda opuesta, encontramos una hipótesis recientemente formulada por Günter Wächtershäuser, en la cual el camino habría sido diferente:

Compuestos orgánicos complejos → aminoácidos → Proteínas → ARN y ADN.

Esta teoría conocida como la Pizza primitiva sostiene que la vida habría surgido en la superficie de minerales (hierro y sulfuro) ubicados en cercanías de fuentes hidrotermales o chimeneas negras con altas temperaturas (100°C) y presión. Bajo estas condiciones se habrían formado los primeros aminoácidos y estos habrían originado algunos péptidos (varios aminoácidos unidos entre sí), los cuales, a su vez, en algún momento podrían haber comenzado a tener alguna actividad proteica, por ejemplo, sintetizar ARN o ADN. Encapsulados en bolitas de lípidos formados bajo las mismas condiciones estos primeros péptidos, ARN y/o ADN habrían podido alejarse de las fuentes hidrotermales y conquistar nuevos ambientes a medida que continuaba su evolución química.

En esta teoría la vida se habría originado en lugares muy específicos, y luego habría colonizado otros territorios, a diferencia de lo propuesto por la sopa prebiótica que sostiene que habría surgido en un caldo oceánico.

Lo cierto es que existen muchas otras teorías que podríamos haber discutido y que también podríamos discutir el dogma del antepasado común, lamentablemente, el tiempo y el espacio no lo permiten...

Aún así y, según mi humilde opinión, esto es lo más importante que la ciencia tiene para decirnos, hasta el momento, sobre estos cuestionamientos.

Para finalizar me gustaría destacar que, más allá de todo lo dicho, me parece que está muy bien que nos preguntemos cosas que la ciencia no pueda responder y que nos cuestionemos todas aquellas en las que sí responde. ¿Y si las dos teorías fueran verdaderas? La vida se habría originado más de una vez, y por caminos diferentes, y si existieran diferentes orígenes y todos hubiesen llegado a un final convergente: la vida basada en ADN, ARN y proteínas. Quizás sencillamente estos fueran los compuestos más estables capaces de albergar la vida en un planeta como el nuestro...



## Actividades:

Armar un esquema que sea útil para graficar la evolución de los elementos químicos a lo largo de la vida de una estrella en relación con la Tabla periódica de los elementos. Para ello, diagrama la aparición de los principales elementos citados en este capítulo marcándolos en la tabla periódica.

Realiza una infografía o línea de tiempo con esquemas y gráficos en la cual figuren las diferentes teorías del origen de la vida aquí expuestas.

¿Por qué los aminoácidos y ácidos nucleicos son moléculas más complejas que el oxígeno, metano o amoníaco?

Observá los siguientes videos sobre el origen del universo y el origen de la vida y discútelos en clase.

<http://www.youtube.com/watch?v=2mC2DM8xQPA> (origen del universo)

<http://www.youtube.com/watch?v=R3-OcZF8-Fc> (origen del universo)

<http://www.youtube.com/watch?v=zCIR5IYDLOW> (el universo, los planetas y la tierra)

<http://www.youtube.com/watch?v=XOhd0yXy2tY> (origen de la tierra)

<http://www.youtube.com/watch?v=umOCP0v2yBs> (origen de la vida)

<http://www.youtube.com/watch?v=6gpJgSqOYk4> (origen de la vida)

<http://www.youtube.com/watch?v=1-FbUNO2UzA> (origen de la vida)

<http://www.youtube.com/watch?v=E9xFyecNMUE> (teoría de Oparin)

*Advertencia: hasta la fecha de publicación estos videos estuvieron a disposición en la red.*

Investiga sobre las teorías del origen de la vida y escribe un pequeño ensayo que cuente las teorías que no han sido relatadas en este capítulo y cómo éstas se relacionan con las que sí hemos contado. Finalmente, dejar en claro cuál es tu pensamiento y razonamiento respecto al origen de la vida y las diferentes teorías. ¿Cuál te gusta más? Y ¿Por qué?, ¿Cuál te parece más fantástica? Y ¿Por qué?

.....