

El estudio del origen de la vida: un campo en constante evolución

Georgina Hernández Montes
RAI-UNAM

La Dra. Georgina Hernández Montes es Química Farmacobióloga egresada de la Facultad de Química de la UNAM. Actualmente es parte de la Red de Apoyo a la Investigación (RAI) de la UNAM y se ha especializado en el área de bioinformática.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Una de las preguntas que más nos ha intrigado a lo largo de la historia es cómo se originó la vida. ¿Cómo es que pasamos de ser polvo de estrellas, como decía Carl Sagan, a formar primero células, después organismos multicelulares hasta tener la diversidad que podemos observar y documentar hoy en día? (Figura 1). A lo largo de la historia del hombre, se fueron planteando diferentes respuestas. Las primeras eran mitos y explicaciones religiosas, pero una vez que se desarrolló el método científico y se fueron acumulando conocimientos se empezaron a plantear teorías más sólidas y se fue consolidando el campo de investigación del origen de la vida.

mientos que sentaron las bases para la bioquímica.

A partir de este experimento se hicieron nuevas aportaciones que fueron ratificando la relación entre los compuestos sintetizados exclusivamente por seres vivos y los compuestos inorgánicos. Dentro de los más relevantes están los experimentos del químico alemán Adolph Strecker, quien logró sintetizar alanina, un aminoácido, a partir de una mezcla de acetaldehído, amoníaco y cianuro de hidrógeno. O bien, los experimentos del químico ruso Alexander M. Butlerov, quien demostró que el tratamiento del formaldehído con catalizadores alcalinos fuertes como el hidróxido de calcio conduce a la síntesis de azúcares.

A finales del siglo XIX ya existía una gran cantidad de investigaciones sobre síntesis orgánica, que mostraban la formación abiótica de ácidos grasos y azúcares mediante descargas eléctricas con diversas mezclas de gases. Aunque el objetivo de estos experimentos no era el entender el origen de la vida, estas aportaciones contribuyeron de manera importante en el posterior desarrollo de esta área de estudio.

El siglo XIX también fue una

ron explorando diversas teorías que iban desde proponer que las primeras formas de vida fueron gotitas de protoplasma sin estructura, dotadas con la capacidad de fijar el CO₂ atmosférico y usarlo con agua para sintetizar compuestos orgánicos. Sin embargo, estudios más profundos y desarrollos tecnológicos como la invención del microscopio, empezaron a demostrar de manera más detallada estos fenómenos, dando avance a la microbiología y sentando las bases de la biología celular.

Oparin y la teoría heterotrófica
Aleksandr Ivánovic Oparin fue un científico ruso que planteó la primera teoría del origen de la vida. Integrando sus conocimientos de diferentes disciplinas tales como astronomía, biología y química orgánica propuso que en la Tierra primitiva, la atmósfera estaba conformada por metano, hidrógeno, amoníaco y oxígeno en muy bajas concentraciones, tal como se había propuesto para otros cuerpos celestes. Así mismo planteaba que en la atmósfera había una gran cantidad de agua en forma de vapor como consecuencia de la actividad volcánica.

Oparin propuso que los aminoácidos eran depositados por las lluvias sobre las rocas calientes y

han encontrado otras moléculas no se han encontrado proteínas (Figura 2).

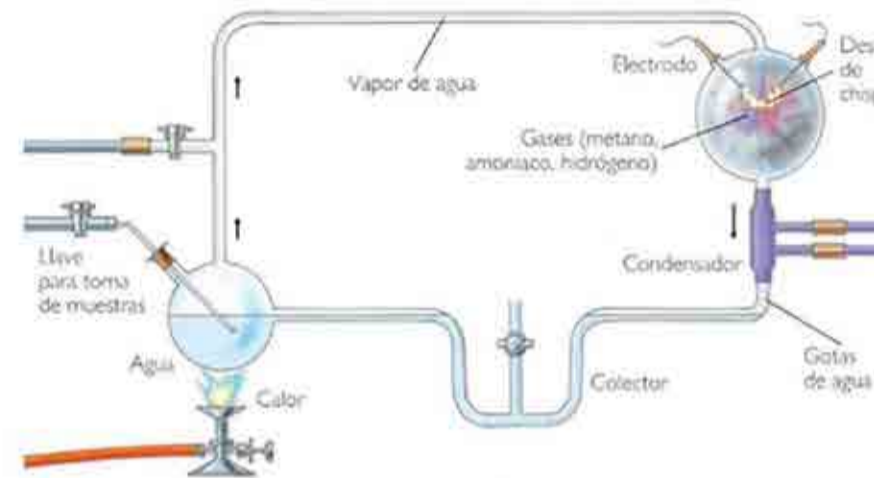


Figura 2. Experimento de Miller y Urey donde se realizó la primera simulación de las condiciones de una hipotética Tierra primitiva. Imagen tomada de <https://www.lifeder.com/experimento-miller-urey/>

al permanecer ahí, esto permitiría que se formaran los enlaces químicos entre los diferentes aminoácidos generando las primeras proteínas.

El enfriamiento progresivo de la Tierra junto con las constantes lluvias, permitieron la formación de los primeros océanos y la consecuente acumulación de moléculas permitieron que las proteínas se multiplicaran cuantitativa y cualitativamente. Las proteínas disueltas en agua formaron coloides que a su vez llevaron a la aparición de un agregado de moléculas mantenidas unidas por fuerzas electrostáticas que Oparin denominó como coacervados.

Experimentos y evidencias

A pesar de que el campo del estudio del origen de la vida es muy difícil de abordar, debido a la carencia de evidencias y la imposibilidad de conocer de manera certera las condiciones que prevalecieron en la atmósfera primitiva, se han hecho algunos experimentos y hallazgos que han permitido ir mejorando estas teorías. El experimento más relevante ha sido el de los científicos estadounidenses Stanley Miller y Harold Urey en 1953. El experimento consistió en simular las condiciones de la atmósfera primitiva que se conocían hasta el momento, es decir se sometió una mezcla de metano, amoníaco, CO₂, nitrógeno y agua a descargas eléctricas y temperaturas muy elevadas. Al finalizar el experimento, pudieron observar que se habían formado una serie de compuestos orgánicos tales como glucosa y aminoácidos sencillos como glicina, alanina, ácido glutámico y ácido aspártico. Este experimento ha sido repetido varias veces por otros investigadores y a pesar de que

Otro de los hallazgos interesantes y que permitieron reformular esta teoría, fue la presencia de compuestos orgánicos en meteoritos que cayeron en la Tierra. En 1970, el investigador Isaac Kaplan y sus colaboradores demostraron que había presencia de aminoácidos en el meteorito de Murchison, denominado así por que cayó en la localidad del mismo nombre en Australia. También determinaron que estos aminoácidos eran completamente diferentes a los aminoácidos presentes en la Tierra. Estos hallazgos permitieron determinar que para entender mejor el problema del origen de la vida era necesario dividirlo en al menos dos preguntas fundamentales: por un lado, está la pregunta de en cómo se formaron las moléculas complejas y organizadas como los ácidos nucleicos o las proteínas a partir de los elementos que los constituyen como el carbono, el nitrógeno o el hidrógeno? Que en el contexto del descubrimiento previamente descrito, era pertinente preguntar si esta etapa podría tener un origen extraterrestre.

Por otro lado, está la pregunta de cómo se llegó a establecer la conexión entre las proteínas y los ácidos nucleicos para llevar a cabo la generación de moléculas idénticas que permitieron fijar procesos como la replicación o reacciones que permitieran la supervivencia de las primeras formas de vida? Y finalmente una tercera pregunta podría ser cómo fue que estas reacciones se compartimentalizaron? es decir que se organizaron y confinaron a un espacio delimitado por lípidos y que formaron las primeras formas de vida.

Otros enfoques para abordar

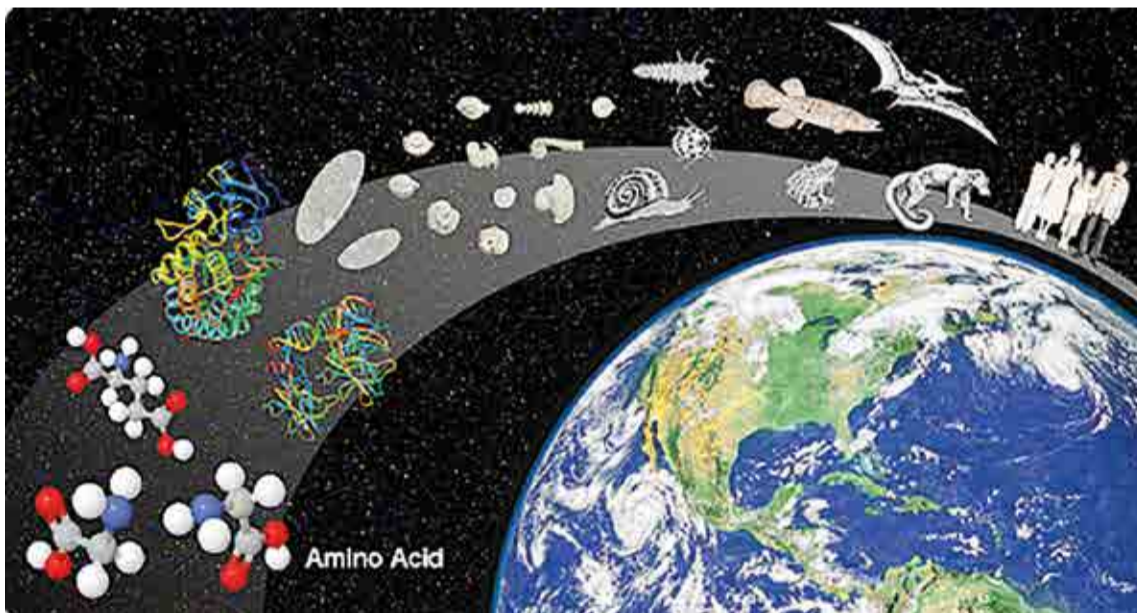


Figura 1. Origen de la vida. Imagen tomada de http://www.truebibleteaching.com/images/images/Bible_Science_10.jpg

Antecedentes

A principios del siglo XIX la química experimentaba con la síntesis de muchos compuestos, y fue el químico alemán Friedrich Wöhler quien hizo una de las contribuciones más importantes de la época, logró sintetizar urea, un compuesto orgánico, a partir de cianato de amonio, que es un compuesto inorgánico. Este experimento constituyó un gran avance, ya que por un lado da inicio a la química orgánica como una disciplina independiente y por otro, logró establecer el puente entre los organismos y los compuestos inorgánicos, conoci-

época importante en cuanto al planteamiento de nuevas teorías acerca de la vida. Por un lado, Pasteur realiza los experimentos que le permiten refutar la teoría de generación espontánea, la cual establecía que la vida podía generarse de manera espontánea a partir de compuestos orgánicos, inorgánicos o una mezcla de estos. De manera casi simultánea, Darwin publica su teoría del origen de las especies donde estableció que los organismos son el resultado histórico de cambios graduales de la materia sin vida. Durante finales del siglo XIX y principios del siglo XX se estu-

Oparin propuso que la elevada temperatura del planeta en conjunto con los rayos ultravioleta y las descargas eléctricas en la atmósfera causada por relámpagos y rayos podrían haber provocado reacciones químicas entre los elementos presentes, dando origen a aminoácidos, los principales constituyentes de las proteínas, y otras moléculas orgánicas. Las temperaturas de la Tierra fueron bajando hasta permitir que vapor de agua se condensara, lo que generaría que muchos tipos de moléculas, como varios ácidos orgánicos e inorgánicos y estos fueran arrastrados y concentrados.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

**el problema del origen de la vida**

En el contexto de la segunda pregunta hay un par de teorías que han sido fundamentales. En 1953 sólo unas pocas semanas después de que el artículo clásico de Watson y Crick donde revelan su modelo de doble hélice para la estructura del ADN, se publicó el artículo de Miller. Es decir que a la par que se desarrollaba la química prebiótica, se acumulaban los conocimientos de biología molecular. Esto permitió que en 1961, *Hermann J. Muller* hiciera su primera propuesta de una teoría genética argumentando que lo que había surgido en los océanos primitivos había sido, una molécula de ADN primordial. Proponía también que la esencia de la vida reside en la combinación de tres características: la *autocatálisis*, es decir que podía utilizar sus moléculas como molde para copiarlas. La *heterocatálisis*, es decir que podía introducir cambios en estas moléculas sintetizadas con la guía de un molde.

la hizo *Harold Morowitz*, un biofísico estadounidense basándose en la hipótesis de que los procesos metabólicos centrales conservan trazas de su historia y que en el metabolismo intermediario puede verse reflejada la química prebiótica. Sostiene que los rasgos básicos del metabolismo solo podrían evolucionar después del cierre de una membrana de bicapa anfifílica en una vesícula, es decir, que la aparición de membranas representa la transición discreta de la no vida a la vida.

El mundo del ARN y las moléculas autocatalíticas

La hipótesis del mundo del ácido ribonucleico (ARN), propone que el ARN precedió al ADN y las proteínas como medio de almacenamiento y catalizador de reacciones químicas y que en conjunto con el proceso de auto-organización de moléculas lipídicas se formaron las primeras membranas que dieron paso a las primeras formas celulares (Figura 3).

en prácticamente todos los seres vivos, se han encontrado y conservado funciones que dependen de estas moléculas. Esto puede ser una evidencia a favor de la teoría planteada y posiblemente las reacciones realizadas por ARN y aquellas realizadas por las proteínas, hayan sucedido de manera paralela y en un momento dado, hayan dado resultados que hoy en día no son posibles de reproducir.

Para concluir, es importante puntualizar que nunca sabremos cómo apareció la vida por primera vez. Sin embargo, gracias a las aportaciones de diferentes disciplinas como la química, la geología, la biología molecular, la genómica, la biología de sistemas y la biología sintética entre otras han permitido que el estudio de la aparición de la vida sea un

campo de investigación sólido y maduro que nos permitirá seguir avanzando el conocimiento de cómo surgió la vida en este planeta y cómo podría estar surgiendo en otros lugares del universo.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Lecturas recomendadas

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/23/la-vida-se-origino-en-la-tierra>
https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_del_mundo_de_Arn#Dificultades_con_la_hip%C3%B3tesis

Referencias

Lazcano A historical development of origins research. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2010 Nov;2(11):a002089. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2964185/>

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar:
www.acmor.org.mx

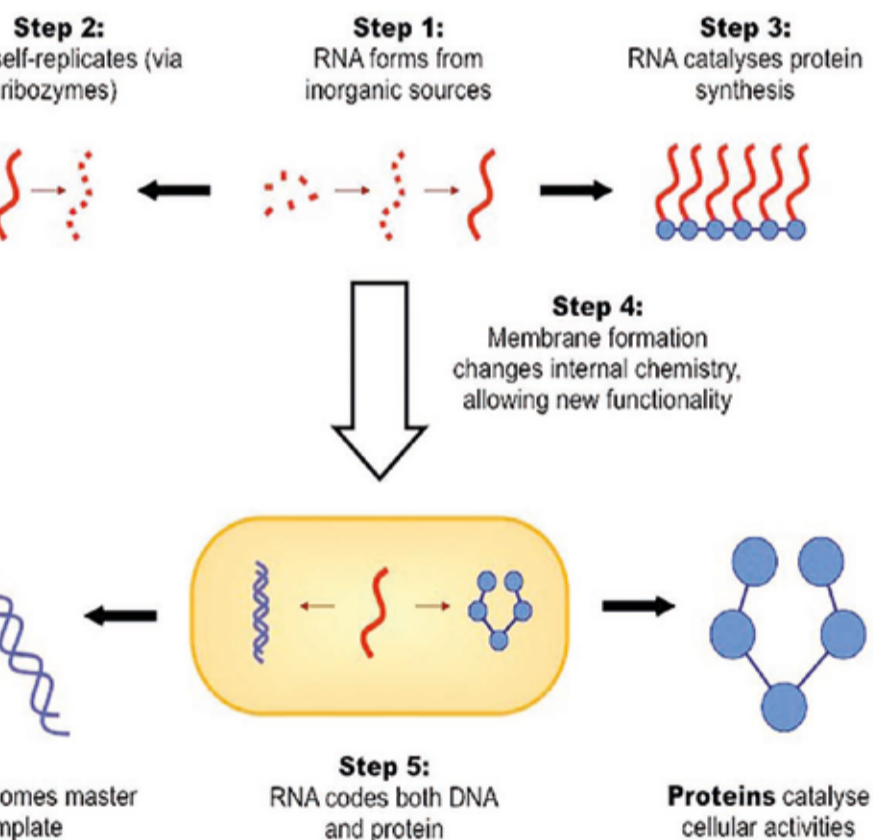


Figura 3. Teoría del mundo del ARN. Imagen modificada de <http://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-1-cell-biology/15-the-origin-of-cells/rna-world-hypothesis.html>

Finalmente, la *mutabilidad*, es decir, que podría afectar a otras moléculas y asegurar su supervivencia.

Sin embargo, esta teoría se consideró un poco simplista y dejaba muchas preguntas abiertas, por lo que los científicos empezaron a proponer teorías que se basan en la idea de que la aparición de ciclos "metabólicos" autocatalíticos en la Tierra primitiva, era un requisito previo esencial para la aparición de los sistemas genéticos. La propuesta más destacada en el campo

Aunque esta teoría es de las más aceptadas, aún tiene muchas limitaciones. Por ejemplo, los ARNs catalíticos o *ribozimas* tienen un limitado repertorio de reacciones que pueden realizar, así mismo su capacidad de almacenamiento de información es limitada. Por otro lado, la inestabilidad de la molécula hace difícil pensar que esta haya podido participar de manera importante en reacciones más complejas. Sin embargo, es interesante como

MARCHA POR LA CIENCIA
4 DE MAYO DE 2019

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

La Academia de Ciencias de Morelos te convoca a participar en este magno evento que celebra y visibiliza el rol que juega la actividad científica en la vida diaria en beneficio de la sociedad.

Si perteneces a una Institución de educación superior, asociación civil, centro o Instituto de Investigación y estás interesado en participar con actividades como talleres o demostraciones que sumen a esta causa, escríbenos al correo electrónico alma.caro@acmor.org.mx

La Marcha por la Ciencia se llevará a cabo el **sábado 4 de mayo de 2019** en el Parque Alameda Solidaridad en Cuernavaca en un horario de **10:00 a 14:00 horas**

Academia de Ciencias de Morelos
@ACMor_Morelos

www.acmor.org.mx