# El origen de la vida y la evolución

JOSÉ ANTONIO ROMERO PANIAGUA

*Madrid*, 2018

© Universidad de Mayores de Experiencia Recíproca
Sede Social: c/ Abada, 2 5º 4-A
28013 Madrid
Maquetación: CREIN S.L..Telf.: 91 758 83 23

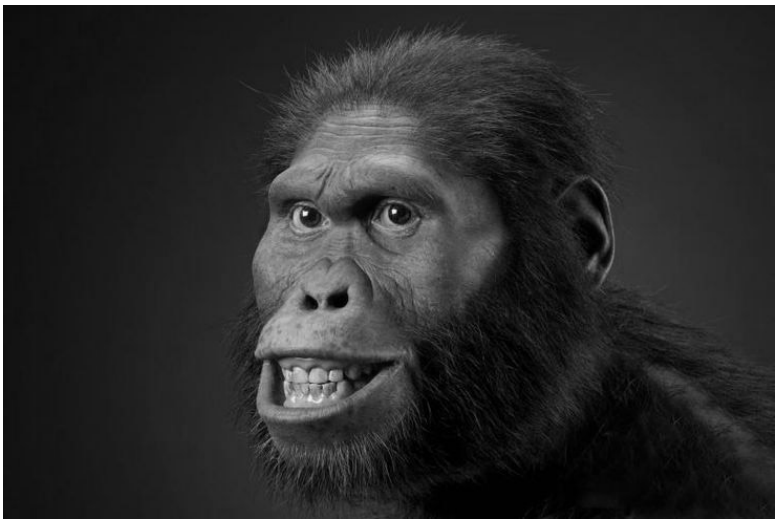
# El origen de la vida y la evolución

(Conferencia pronunciada por el autor en la universidad de mayores experiencia recíproca el día 16 de febrero de 2017)

Hay preguntas que forman parte de las grandes preguntas de la humanidad: ¿quiénes somos?, ¿porqué estamos aquí?, ¿adónde vamos?, ¿de dónde venimos?... Esta última pregunta es a la que vamos a intentar contestar en esta charla: cuál es nuestro origen y quiénes son nuestros antepasados más lejanos.

A todos nos gusta saber quiénes fueron nuestros antepasados. A todos nos gusta tener fotos y recuerdos de ellos para saber de dónde venimos. Es fácil tener fotografias y recuerdos de un familiar nuestro de hace 50 años. Bastante más complicado sería tener fotos y recuerdos de un familiar de siglos pasados o de hace 800 años, porque nuestras diferencias culturales y tecnológicas son ya evidentes. Poca gente sabrá quiénes fueron sus antepasados en la edad media y ya casi imposible saberlo de la época romana o griega clásica.

Pero, ¿y si retrocedemos, no mil años ni dos mil años, sino cinco millones de años? ¿Quiénes eran nuestros antepasados hace cinco millones de años, justo cuando aparece nuestra línea evolutiva, nuestros primerísimos antepasados? Aquí tenemos una foto de uno de ellos, un Australopitecus, el primer ser vivo que se puede clasificar dentro de la línea evolutiva humana. Nuestro primer antepasado. Poco más que un mono, poco más listo que un chimpancé, pero ahí está la base de todo lo que somos hoy en día.



**Nuestro antepasado el Australopitecus**

Pero, ¿y si retrocedemos más todavía, no solo cinco millones de años? ¿y si retrocedemos cuatro mil quinientos millones de años, justo cuando nuestro planeta se acababa de formar? ¿Cómo surge la primera vida en la tierra? ¿Cuál fue el primer ser vivo que apareció en nuestro planeta? Estas preguntas se las han hecho los científicos desde el inicio de la historia de la ciencia.

## La teoría de la generación espontánea

Antiguamente, la respuesta a esta pregunta era la llamada: Teoría de la generación espontánea. Esta teoría se mantuvo vigente durante muchísimo tiempo, hasta hace relativamente poco. ¿Qué nos dice esta teoría? Esta teoría explica el origen de la vida manifestando que los seres vivos aparecen de manera espontánea allí donde están o se dan las condiciones adecuadas, es decir, que en cualquier sitio donde haya nutrientes y materias primas la vida aparecerá automática y espontáneamente. ¿Cómo probamos esta teoría?: dejamos un trozo de carne sin tocar a la intemperie; la carne no está viva, pero enseguida aparecen cientos de seres vivos distintos en ella y la carne se pudre; aparecen mohos, gusanos, larvas de insectos, etc. Esto parece demostrar que esta teoría es cierta, pero algunos científicos se preguntaron: ¿y si esa vida ha venido de fuera de ese trozo de carne? Pues bien, metemos el trozo de carne en una caja de cartón o debajo de un lienzo y al cabo del tiempo sigue apareciendo vida en ella. Como vemos, es una teoría que

parecía lógica, pero, con el paso del tiempo, otros científicos volvieron a cuestionarla. ¿Y si la vida estuviera ya dentro de esa carne que parece muerta? Si se desinfecta y esteriliza ese trozo de carne, aún así sigue apareciendo vida. Esta teoría, que es errónea, no fue refutada hasta prácticamente el siglo pasado. El científico que acabó de demostrar que era falsa fue una personalidad muy conocida: Louis Pasteur (1822–1895).

Hoy en día, el Instituto Pasteur todavía es pionero en la investigación de la conservación de alimentos y la esterilización de sustancias. Pasteur demostró que esta teoría de la generación espontánea era incorrecta. ¿Cómo? Desinfectó una cierta cantidad de materia orgánica, la esterilizó para matar cualquier ser vivo que estuviera dentro y la introdujo en un matraz de cristal, doblando la boca de entrada. Ni siquiera lo tapó, y allí no creció ningún tipo de vida.

**El científico Louis Pasteur**

Esto demostraba que cuando un trozo de carne, o cualquier otra comida, se pudría era porque llegaban de fuera bacterias, esporas de hongos o insectos que ponían sus huevos en el alimento y de ahí salía esa vida que parecía que se había generado espontáneamente de la nada. Por lo tanto, la teoría de la generación espontánea se demostró que era falsa. Y esto fue un problema, porque no tenían ninguna otra teoría para sustituirla.

## La búsqueda del origen

Durante mucho tiempo no se supo dar una respuesta a este interrogante. La generación espontánea era la única teoría que teníamos, y no fue hasta los años 20 del siglo pasado que este tema se empezó a retomar de nuevo con las aportaciones de científicos como Alexander Oparin (1894–1980). Este investigador de origen ruso escribió una serie de tratados que hablaban del origen de la vida. Él era un científico teórico, no práctico, que se limitó a indicar por qué camino deberían ir las investigaciones que permitieran un acercamiento a ese origen. No descubrió nada realmente, solo se limitó a usar el sentido común y manifestó que si se quería averiguar cuál había sido el origen de la vida se estaba investigando de manera errónea, puesto que cuando apareció la vida en la tierra, las condiciones del planeta eran muy distintas de las existentes en el siglo XX. Oparin postuló que para averiguar realmente este origen se deberían reproducir las mismas condiciones físico-químicas que tenía el planeta en su origen. Después de esto, un grupo de científicos jóvenes, entre los que se hallaba Stanley Miller (1930–2007), trató de reproducir estas mismas condiciones y ver si conseguían algún resultado. Miller fue el primero que lo consiguió.

**El científico Stanley Miller**

Para ello construyó en su laboratorio una estructura a base de matraces y tubos de cristal, dentro de la cual reprodujo la atmósfera primitiva de la tierra. Esta atmósfera estaba compuesta de vapor de agua, metano y dióxido de carbono y no tenía ni una gota de oxígeno libre. Además, la energía que había en aquel momento en la tierra era muy superior a la actual, ya que, al no haber capa de ozono, la radiación era mucho más abundante. Esta energía la simuló con descargas eléctricas. Así que Miller preparó su experimento, introdujo las sustancias químicas, le dio energía al sistema y esperó a ver los resultados. Al cabo de poco tiempo observó que el líquido de los matraces se había oscurecido, indicando reacciones químicas. Al analizarlo descubrió la presencia de moléculas orgánicas simples: aminoácidos, lípidos, etc.; las sustancias básicas de la vida. Con esto se demostró que las ideas de Oparin estaban bien dirigidas.

También se descubrió que estas moléculas orgánicas simples tenían una tendencia natural a agruparse en estructuras más complejas y más estables. Por ejemplo, algunos tipos de lípidos, como los fosfolípidos, se agrupaban en estructuras hemisféricas o esféricas muy parecidas a las estructuras membranosas de las células que conocemos. Entonces estuvo claro que el origen de la vida surgió de la formación de estas pequeñas moléculas que de forma natural se agruparon para ser más estables y acabaron dando estructuras más complejas y finalmente los primeros seres vivos.

¿Y con esto tenemos contestada la pregunta sobre el origen de la vida? Realmente no. Esto es como encontrarse un día un montón de ladrillos en un solar, volver al día siguiente y ver en su lugar un palacio de cincuenta habitaciones totalmente decorado y con todas sus instalaciones en funcionamiento.

## Las primeras bacterias

Hay una gran distancia entre las biomoléculas simples (los ladrillos) y el palacio totalmente terminado (un ser vivo funcional). Incluso el ser vivo más simple y primitivo es mucho más complejo que el más complejo de los edificios creados por el ser humano. Por lo tanto, sabemos el inicio de esta historia, sabemos el final, que serían los primeros seres vivos, pero nos falta todo el intermedio, y nadie sabe la respuesta a esta incógnita... todavía.

Lo que sí sabemos es que los primeros seres vivos que aparecieron en la Tierra tenían que ser seres extremadamente simples. ¿Cuáles son los seres más simples que conocemos hoy en día? Obviamente, bacterias. Pero dentro de las bacterias hay algunas incluso más simples aún que las demás: son las bacterias extremófilas. Son unos seres vivos adaptados a vivir en ambientes extremos: aguas termales a altas temperaturas, geiseres, volcanes submarinos, etc. Son mucho más simples que las bacterias comunes, apenas tienen estructuras en su interior y, además, están perfectamente adaptadas a vivir en las mismas condiciones extremas que debió tener la Tierra en sus orígenes.

**Manantial de agua en condiciones extremas**

No sabemos realmente si los primeros seres vivos fueron estas bacterias extremófilas o seres muy parecidos, pero tuvieron que ser muy similares a ellas. Por esta razón, hoy en día, los científicos investigan en las zonas extremas de la tierra para buscar este tipo de bacterias y aprender más sobre el origen de la vida.

## La evolución de las bacterias

La siguiente etapa en la evolución la constituyeron las bacterias modernas, las eubacterias, mucho más sofisticadas que sus parientes los extremófilos. Estas bacterias desarrollaron nuevos sistemas de supervivencia, nuevas formas de obtener energía, como, por ejemplo, la fotosíntesis que permite extraer energía del sol. Con esta fuente de energía inagotable, este tipo de bacterias se extendieron rápidamente por el mundo y casi exterminaron a las bacterias más primitivas, que sólo pudieron sobrevivir en los pocos sitios de la tierra que mantuvieron un ambiente extremo y anaerobio. Además, estas bacterias comenzaron a transformar el planeta. Primeramente fueron llenando la atmósfera de oxígeno y así también empezaron a crear la capa de ozono que pararía la mayor parte de radiaciones solares, bajando la cantidad de energía que llegaba al planeta. Comparar una bacteria moderna con sus parientes más primitivos es como comparar una bicicleta con un coche deportivo.

Estas nuevas bacterias dominaron la tierra durante miles de millones de años y hoy en día siguen siendo los seres vivos más abundantes del planeta. La tierra es un planeta de bacterias. Pero la evolución siguió avanzando y hace unos mil ochocientos millones de años apareció un nuevo tipo de ser vivo en la tierra, un descendiente de las bacterias, los primeros seres unicelulares: las eucariotas.

## Los primeros seres unicelulares

Una célula eucariota se diferencia de una bacteria en que, en su interior, las estructuras son diferentes unas de otras por su función. En las bacterias todo el metabolismo tiene lugar en el citoplasma, sin separaciones. Incluso el ADN está flotando sin protección ninguna en el citoplasma celular. En una célula eucariota el ADN se encuentra protegido dentro del núcleo y las funciones vitales se realizan en orgánulos especializados. Es como si comparamos un piso con un loft. En un loft no hay habitaciones separadas, todo está abierto y las funciones se realizan en un mismo espacio. En un piso normal todo está separado en habitaciones, en las cuales se realizan distintas funciones: en la cocina se hace la comida, en el dormitorio se duerme, en el salón se ve la tele, etc. ¿Qué es mejor, vivir en un loft o en un piso? En realidad se vive igual, ni mejor ni peor, simplemente de una manera diferente. Los seres eucariotas no son mejores que las bacterias, sim-

plemente se adaptaron a vivir de una manera diferente y en sitios diferentes a las bacterias.

El origen de las primeras células eucariotas ha sido también de gran interés para el mundo de la ciencia. Actualmente, y tras las investigaciones de científicos como Lynn Margullis (1938–2011), la teoría aceptada sobre el origen nos dice que los orgánulos celulares aparecieron por dos caminos distintos. Por un lado, los orgánulos en forma de bolsa aparecieron por invaginaciones de la membrana celular, mientras que otros orgánulos más complejos, como las mitocondrias y cloroplastos, aparecieron por simbiosis entre bacterias más pequeñas y bacterias más grandes.

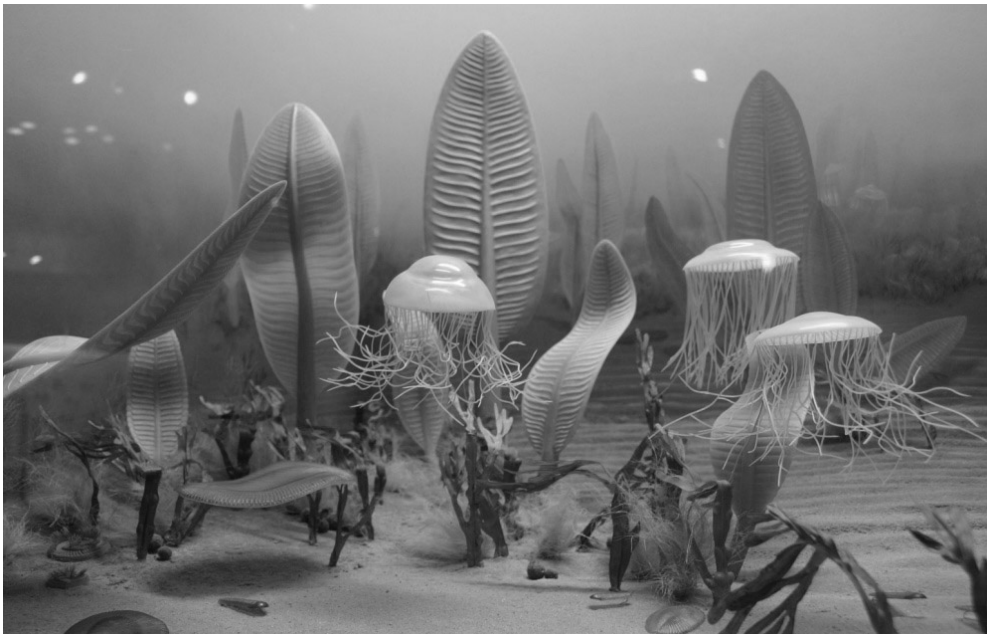
**La científica Lynn Margullis**

Por lo tanto, una célula eucariota sería en realidad un sistema simbiótico de distintas bacterias viviendo juntas. Los seres eucariotas tuvieron un gran éxito, nunca han sido tan abundantes como las bacterias, pero también llenaron el planeta y con el paso del tiempo también ellos empezaron a evolucionar y dieron lugar a seres más complejos.

El primer paso en esta evolución fue la aparición de colonias. Una colonia es un grupo de seres unicelulares eucariotas, que viven juntos para protegerse, pero que podrían vivir separados perfectamente. Hoy en día, muchos seres siguen formando colonias, como las algas del tipo Volvox. Está claro que estas colonias fueron el origen del siguiente paso en la evolución que llevó hasta nosotros a los primeros seres pluricelulares.

## Los seres pluricelulares

Un ser pluricelular es un organismo compuesto por millones de células, que ya no son independientes y, por tanto, no pueden vivir solas. Además, estas células están especializadas, es decir, cada una tiene asignada una función especial y su estructura está diseñada para esa única función. Este tipo de seres tienen, obviamente, un tamaño mayor que los seres unicelulares o coloniales, una mayor complejidad y la capacidad de ocupar nichos ecológicos más complejos y diferentes. Pero también tienen mayor dificultad a la hora de reproducirse y su metabolismo es mucho más complejo.



**Seres pluricelulares primitivos**

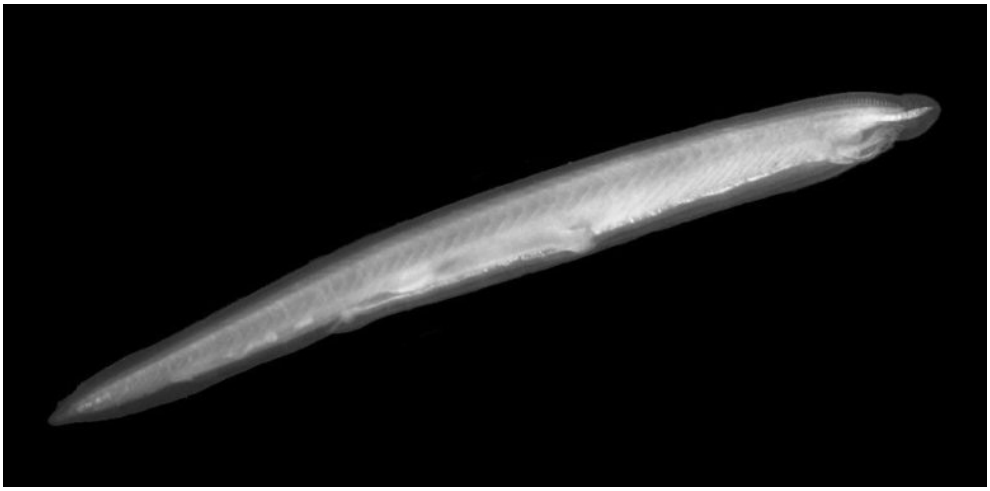
Los primeros seres pluricelulares aparecen hace aproximadamente seiscientos millones de años. Hemos encontrado muy pocos yacimientos paleontológicos de esa época. El más importante de ellos es el yacimiento australiano de Ediacara. Entre los fósiles que hemos descubierto allí tenemos muchos representantes que siguen existiendo en la actualidad, como medusas, esponjas, artrópodos primitivos, etc. Pero también otros seres que se acabaron extinguiendo y de los que apenas sabemos nada. En muy poco tiempo se formaron una gran diversidad de seres pluricelulares, que aprovecharon la novedad para extenderse por el planeta. Pero poco a poco la evolución fue seleccionando entre los grupos que eran realmente competitivos y sobrevivirían y los que acabarían extinguiéndose.

Algunos seres muy primitivos y simples, como las esponjas, sobrevivieron y siguen haciéndolo hoy en día con gran éxito. Otros, como los primeros artrópodos, destacaron enseguida, evolucionaron y forman hoy en día el grupo animal más abundante (hay mas especies de escarabajos que de todos los demás animales juntos).

## La evolución hasta el hombre

Nuestros antepasados directos eran, sin embargo, de otro grupo. Fueron pequeños animales en forma de gusano que sobrevivían enterrándose en el fondo marino o entre las rocas. Hoy en día todavía hay representantes de estos grupos, como platelmintos y nemátodos. Nuestra rama evolutiva viene de otro grupo de estos animales que fue capaz de desarrollar una estructura novedosa: una protección en el dorso que servía para cubrir su primitivo sistema nervioso. Esta protección llamada notocorda acabaría dando lugar a nuestra columna vertebral, y a partir de ahí, al resto del esqueleto. Éstos animales son los llamados vertebrados. Por lo tanto, nuestro primer antepasado vertebrado era un pequeño pez primitivo, apenas diferente de un gusano, dotado de una notocorda como protección.

A partir de aquí, la evolución fue transformando a estos peces primitivos, como el Anfioxo actual, primero en peces cartilaginosos, como los tiburones, y después en peces óseos, de los cuales más tarde algunos abandonarían el mar, transformándose en anfibios terrestres. Estos anfibios evolucionaron hasta los reptiles, de los cuales surgieron los mamíferos. Hace cinco millones de años, de un grupo de esos mamíferos, los primates, acabó surgiendo el primero de los homínidos, nuestro antepasado directo, el Australopitecus, del que hemos hablado al principio.



**Pequeño pez primitivo**

Somos, por lo tanto, simplemente los descendientes de unos pequeños gusanos marinos que consiguieron evolucionar y transformarse en lo que somos hoy en día. Representamos a la primera y única especie de este planeta con la capacidad de razonar, elaborar y actuar, que ha sido capaz de fabricar tecnología para cambiar y mejorar nuestro entorno y también la primera con la capacidad de destruirlo globalmente. Debemos entender la gran responsabilidad que tenemos de cuidar nuestro planeta.

Seamos humildes y recordemos nuestros orígenes.

## Nota biográfica

José Antonio Romero Paniagua es licenciado en Ciencias Biológicas y Master en Informática educativa. Imparte clases como profesor de Bachillerato de Biología e Informática en el colegio Padre Manyanet de Alcobendas.

# CUADERNOS DE U.M.E.R.

Nos. 1 al 80 agotados. Pueden consultarse en la página web www.umer.es

Nº 81: "Vejez y sabiduría". José Segovia Pérez.

Nº 82: "Medios de comunicación en España. El reto de contarlo en una hora". Joaquín Sotelo.

Nº 83: "1914. Significación Histórica de la Gran Guerra". Feliciano Páez-Camino Arias.

Nº 84: "Escritoras pioneras del Siglo XX en España. Cuando la literatura era cosa de hombres". Julián Moreiro.

Nº 85: "Memoria de la Universidad de Mayores Experiencia Recíproca (Umer) 2009-2014". Umer.

Nº 86: "La ciencia descubre, la industria aplica, el hombre se somete". José Segovia.

Nº 87: "España ante la Primera Guerra Mundial". Feliciano Páez-Camino Arias.

Nº 88: "Los mayores del siglo XXI: Nuevas imágenes y nuevas perspectivas". Loles Díaz Aledo.

Nº 89: "El envejecimiento: alimentación y estilo de vida saludable". Isabel Calvo Viñuela.

Nº 90: "La poesía popular". Víctor Agramunt Oliver.

Nº 91: "¿Se respetan los Derechos Humanos? La Declaración Universal de 1948". Silvia Escobar.

Nº 92: "Elogio de la palabra". Julián Moreiro.

Nº 93: "¿Qué significa, hoy, la hispanidad?". Patricio de Blas Zabaleta.

Nº 94: "Una historia del doblaje. Victor Agramunt Oliver.

Nº 95: "Vieja y nueva política": un enfoque histórico. Feliciano Páez-Camino Arias.

Nº 96: "Rosas y espinas". Rosario Barros Peña, Carmen Escohotado Ibor, Begoña Montes Zofio, Milagros Salvador.

Nº 97: "Cervantes, nuestro contemporáneo". Julián Moreiro.

Nº 98: "Certamen de relatos cortos". Socios de la UMER.

Nº 99: "La fuerza del azar. Entre la probabilidad y la incertidumbre". Javier del Rey.

Nº 100: " Las primeras diputadas españolas". Feliciano Páez-Camino Arias.

Nº 101: "Madrid: En busca del arco perdido". Josep Mª Adell.

Nº 102: "Los derechos de las personas mayores". Loles Díaz Aledo.

Nº 103: "Transgénicos: qué son y para qué sirven". José Miguel Hermoso Núñez.

Nº 104: "La poesía contemporánea". Victor Agramunt Oliver.

Nº 105: " La Revolución rusa: diez mitos que conmovieron al mundo". Feliciano Páez-Camino Arias.

Nº 106: " El agua, un recurso escaso y contaminado". Blanca Tello Ripa.

Nº 107: " El origen de la vida y la evolución". José Antonio Romero Paniagua.