

# Origen de la vida

*Por el Ing. Carlos González*

*AÑO 2005*

## Teorías científicas a través del pensamiento científico.

### 1) Ubiquémonos:

Es probable que el **cosmos**, integrado por todo aquello que pertenece a la realidad, tuviera su origen hace unos 10,000 a 20,000 millones de años. La región específica del cosmos en la que se encuentra nuestro planeta es el universo denominado vía láctea. Por universo se entiende un conjunto formado por millones de estrellas, aunque vulgarmente se suele aplicar este nombre al cosmos entero. El sol es una estrella de medianas dimensiones situada aproximadamente a dos terceras partes de la distancia entre el centro y la periferia de la **Vía láctea**. El sol y sus satélites planetarios constituyen el sistema solar. La teoría más aceptada sobre el origen del cosmos establece que éste surgió hace muchos millones de años como resultado de una descomunal explosión de materia densamente condensada: teoría del **big bang** o de la gran explosión. Los vestigios de esa antiquísima explosión se han estudiado mediante poderosos telescopios que hoy día captan la luz emitida hace millones de años por estrellas muy lejanas y sino através de la llamada “**Máquina de Dios**”, donde se llevó a cabo una explosión en un microcosmos artificial.

Quizá nuestro sistema solar surgió como una nube giratoria de gases que acabaron por condensarse formando el sol y los planetas. La Tierra debió iniciar su existencia como una masa gaseosa, pero después de un tiempo se formó un núcleo de metales pesados como el níquel y el plomo. Por encima de ese núcleo hay un manto grueso y, finalmente, una corteza relativamente delgada que constituye la superficie del planeta. Una teoría postula que en un principio la Tierra era fría, pero que se calentó al generarse colosales fuerzas de compresión durante la sedimentación y la síntesis de los materiales del núcleo. La radiactividad también produjo enormes cantidades de calor. Después de unos 750 millones de años, la Tierra se enfrió lo suficiente para que se formara la actual corteza. Así, puede decirse que vivimos en un planeta relativamente frío.



El universo en el cual nosotros vivimos no es el único en el cosmos y se asemeja a otros tipos de universos. Asimismo, el Sol no es un tipo especial de estrella. Tampoco es rara su posición y, en cuanto a dimensiones, cabe decir que es de mediana estrella. El planeta Tierra es más grande que Mercurio pero mucho más pequeño que Júpiter o Saturno.

### 2) Pensamientos filosóficos – cinéticos del comienzo de la vida:

Todas las teorías científicas acerca del origen de la vida exigen que la edad de la Tierra sea de varios miles de millones de años. Se tienen pruebas que apoyan esa suposición. Una de las líneas de evidencia se basa en la

observación de otros universos y en los estudios de las atmósferas de nuestros planetas vecinos.



Son dos las principales teorías acerca del origen de la vía. La **teoría creacionista o vitalista**, basada en gran medida en la narración bíblica del Génesis, afirma que la Tierra no tiene más de 10.000 años de edad, que cada especie fue creada por separado durante un breve lapso de actividad divina ocurrido hace unos 6.000 años y que cada especie tiene a mantener a través del tiempo su peculiaridad única y bien definida. El **creacionismo científico**, un replanteamiento reciente de la teoría creacionista postulado por un grupo de geólogo e ingenieros conservadores, fue causa de una serie de infructuosas batallas legales provocadas por los fundamentalistas, quienes se empeñaban en que los sistemas escolares laicos incluyeran la teoría creacionista como parte de las clases de biología, en las que por supuesto se enseña el concepto de evolución.

La otra teoría **evolucionista**, afirma que la vida surgió en un punto selecto ubicado en el extremo superior del espectro continuo de ordenamientos cada vez más complejos de la materia. Es decir, que cuando la materia se vuelve suficientemente compleja aparecen las características asociadas con la vida. A pesar de que ésta es una teoría **mecanicista**, en ella se dio cabida a epifenómenos biológicos como el amor, la conciencia, la moralidad, etc. cualidades que aparecen en las formas biológicas; por ejemplo, el ser humano.

Los biólogos, después de los trabajos realizados por **Darwin** y **Pasteur**, han tenido un pensamiento racionalista donde se intenta aplicar el concepto de evolución a la materia inerte. Comenzó a esbozarse una teoría evolucionista del origen de la vida que suponía que no existía diferencia fundamental entre lo inerte y lo vivo. La materia viva sería el fruto de largos procesos químicos, una larga evolución química que habría precedido a la evolución biológica. **Oparin**, por un lado, y **Haldane**, por otro, suponen que la vida apareció en la Tierra en un medio rico en materias orgánicas y desprovistas de oxígeno. Esta teoría está en la base de los argumentos que actualmente se inclinan para explicar un origen natural de la vida

## **¿QUE ES LA VIDA?**

Como mencionamos anteriormente, las ideas han estado encuadradas en dos teorías opuestas: la mecanicista, que suponen que la vida es el resultado de una organización compleja de la materia, y la vitalista, que proponen que la vida tiene su origen en una fuerza superior que insufla a los seres un principio vital, que en el caso del hombre se identifica con el alma. Los primeros defensores de estas dos teorías fueron los filósofos griegos **Demócrito de Abdera** (470-380 a.C.), y **Aristóteles** (384-322 a.C.). El primero suponía que toda la materia, incluida la vida, estaba formada por diminutas partículas llamadas **átomos**; la vida era debida a que los seres que la poseían disponían de un tipo especial de átomos redondeados que, dispersos por todo el organismo, les proporcionaba las características vitales.

Totalmente opuesto a esta teoría, Aristóteles mantenía que los seres vivos estaban compuestos de idénticos elementos que la materia inerte, pero que además poseían una fuerza o principio vital concedido por un ser superior. Este principio vital era inmortal, no teniendo la vida fin en sí misma, sino en función de su Creador. Desde entonces, la polémica entre mecanicismo y vitalismo ha sido una constante histórica, influida más por doctrinas filosóficas y religiosas que por un estricto pensamiento científico.

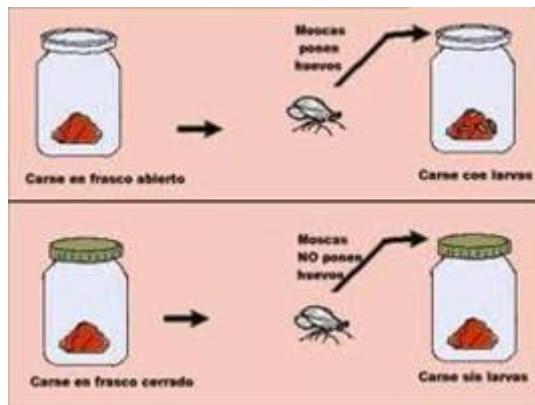
Una definición completa de vida procedente de la **Biología Molecular** sostiene que la vida es una propiedad de los organismos que contienen información hereditaria reproducible, codificada en moléculas de ácido nucleico, y que metabolizan al controlar el ritmo de reacciones químicas utilizando catalizadores llamados enzimas. Más

simplemente, los seres vivos son aquellos que poseen la capacidad de nutrirse, descomponer y sintetizar nuevas componentes, obteniendo por ello energía y finalmente la capacidad de reproducirse.

## **La Generación espontánea. Del mito al hecho.**

El conocimiento del origen de la vida interesó profundamente al hombre desde el principio de los siglos. Careciendo de base científica, predominaron las teorías filosóficas, destacando claramente la teoría de la **generación espontánea**. Según ella, todos los seres vivos nacen espontáneamente de la materia orgánica en descomposición, o bien de la materia mineral cuando se encuentra en determinadas condiciones.

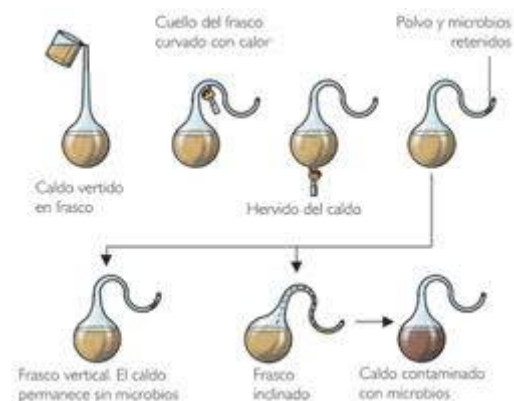
Aristóteles que los peces, las ranas, los ratones, los gusanillos y los insectos se generaban a partir de un material creador adecuado, procedente del lodo, de materia orgánica en descomposición y de los suelos húmedos. En la edad Media, esta teoría se vio reforzada por la literatura y algunas ideas fantásticas como la que afirmaba que los gansos eran producidos por los “árboles gansos”, bajo ciertas condiciones. Toda la Edad Media acusa una gran influencia aristotélica, y por tanto, la creencia en la generación espontánea incluso se enriquece. También en el Renacimiento se sigue admitiendo la teoría. El científico belga, **Juan van Helmont** (1577-1644), construyó un aparato para generar ratones de las camisas viejas y hasta personajes de la talla de **Descartes** (1596- 1650) o **Newton** (1642-1727) defendieron esta postura.



En el siglo XVII, el físico y poeta italiano **Francesco Redi** refutó, en torno a 1660, la idea imperante de que las larvas de las moscas se generaban en la carne putrefacta expuesta al aire. Francisco Redi (1626 – 1627), llevó a cabo un experimento de gran trascendencia, motivado por sus ideas contrarias a la generación espontánea. Concluyó, como resultado de su experiencia, que los gusanos no eran generados por la materia putrefacta, sino que descendían de sus progenitores como todos los animales. Redi formuló la llamada teoría de la biogénesis en la que afirmaba que la vida sólo se origina de la vida. En 1768, el naturalista italiano **Lazzaro Spallanzani** eclesiástico italiano, demostró que si un caldo se esteriliza por medio de calor y se tapa herméticamente, no se descompone debido a que se impide el acceso a los microbios causantes de la putrefacción.

Spallanzani empleó en sus experimentos cultivos de vegetales y otras sustancias orgánicas, que después de someter a elevadas temperaturas colocaban recipientes, algunos de los cuales cerraba herméticamente, mientras que otros los dejaba abiertos, lo que dio como resultado que en los primeros no se forma microbio, en tanto que en los abiertos sí.

En 1836, el naturalista alemán **Theodor Schwann** proporcionó pruebas adicionales mediante experimentos más meticulosos de este tipo. La polémica, que duro más de dos siglos y en la que algunos científicos apoyaban la generación espontánea y otros la biogénesis, concluyó con el empleo del “matraz de Pasteur”, inventado por el químico y microbiólogo francés **Louis Pasteur** (1822-1895), quien resumió sus hallazgos en su libro sobre las partículas organizadas que existen en el aire (1862). En caldos de cultivo estériles, que se dejaba expuestos al aire, él encontraba, al cabo de uno o dos días, abundantes microorganismos vivos. Pasteur



demostró que en la fermentación del vino y de la cerveza intervenían microorganismos vivos como elaboradores del fermento; es más, descubrió el remedio para evitar el avinagramiento del vino, sometiéndolo a un calentamiento lento hasta alcanzar una temperatura tal que los microorganismos productores del fermento no pudiesen vivir. Este proceso, que después se ha generalizado en su aplicación, es conocido en su honor con el nombre de pasteurización. El botánico alemán **Ferdinand Julius Cohn** clasificó a estos organismos entre las plantas (una clasificación vigente hasta el siglo XIX) y los llamó bacterias. Al final, el físico británico **John Tyndall** demostró en 1869, al pasar un rayo de luz a través del aire de un recipiente, que siempre que había polvo presente se producía la putrefacción y que cuando el polvo estaba ausente la putrefacción no ocurría. Estos experimentos acabaron con la teoría de la generación espontánea.

## **Teorías Modernas**

En la teoría mecanicista de la vida se postula que la mejor manera de explicar las complejas reacciones de los seres vivos es recurrir a las propiedades de sus partes componentes, además, se afirma que una ordenada serie de fenómenos de causa y efecto condujo al surgimiento de la vida a partir de conjuntos de sustancias inorgánicas sencillas, las cuales fueron convirtiéndose en macromoléculas orgánicas cada vez más complejas.



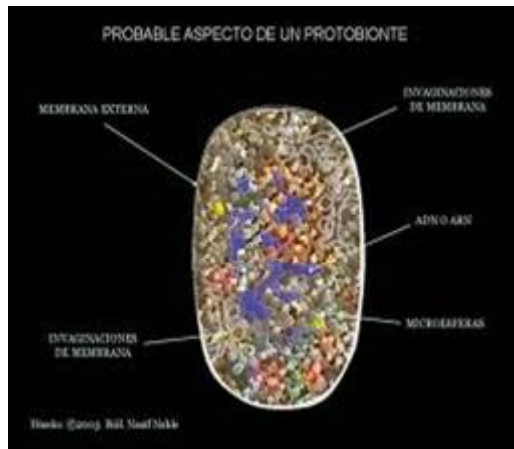
### **1) Hipótesis de Alexandr Ivánovich Oparin y los Coacervados**

En 1922, el bioquímico soviético **Alexander Ivanovich Oparin** publicó una pequeña obra titulada "El origen de la vida" y en 1924 presentó a sus colegas soviéticos una clara y rigurosa explicación de cómo pudo haber acontecido esa evolución de la vida a partir del reino abiótico de la química y la física. Para 1936, sus ideas ya habían sido aceptadas en el mundo entero. La hipótesis de Oparin principia con el origen de la Tierra hace unos 4.600 millones de años. Es casi seguro que la atmósfera primitiva era reductora, quizá con altas concentraciones de metano ( $\text{CH}_4$ ), vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y algo de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ). Una atmósfera de esa naturaleza debió promover la síntesis química. Conforme la Tierra se enfrió, buena parte del vapor se condensó para formar



*Alexander Oparin (1894-1980)*





los mares primitivos o caldos nutritivos. Las moléculas se irían asociando entre sí, formando agregados moleculares cada vez más complejos, con una estructura concreta, a los que llamó coacervados. La mayor parte del trabajo experimental de Oparin se relacionó con la exploración de las propiedades de los coacervados y su posible participación en la evolución de las primeras células vivas. En opinión de este científico, desde las primeras etapas del desarrollo de la materia viva debió haber síntesis de proteínas a partir de los aminoácidos.

## 2) El experimento de Miller

**Stanley Miller** dio apoyo experimental a la idea de Oparin de que las condiciones y las moléculas inorgánicas simples de la atmósfera primitiva del planeta tenían realmente la capacidad de combinarse para formar moléculas orgánicas de los seres vivos. Miller, quien fue discípulo del premio Nobel Harold Urey (University of Chicago), dispuso un aparato de Tesla que producía pequeñas cargas eléctricas en el interior de un sistema cerrado que contenía metano, amoníaco, vapor de agua y un poco de hidrógeno gaseoso. Los resultados de esa estimulación energética de una atmósfera parecida a la de la Tierra primitiva fueron asombrosos. Se formaron diversas moléculas orgánicas entre las que se destacaron cetonas, aldehídos y ácidos, pero lo más importante de todo fue que se sintetizaron aminoácidos. Dado que las proteínas son indispensables para la estructura y el funcionamiento de las células vivas. Miller había conseguido formar compuestos orgánicos en condiciones prebiológicas.



## 3) Las microesferas de Fox

La publicación de la teoría de Oparin y la confirmación parcial de la misma mediante el experimento de Miller, dieron lugar a que muchos biólogos encaminaran sus investigaciones a descubrir cómo fue el largo proceso en el cual la materia inerte llegó a alcanzar las estructuras que permitirían, posteriormente, el nacimiento de las primeras células.

Según el bioquímico norteamericano **Sydney W. Fox**, la aparición de la vida sobre nuestro planeta no sólo tuvo lugar en el mar, como proponía la teoría de Oparin, sino que también podría haber sucedido sobre la tierra firme. Demostró que a temperaturas próximas a los 1.000 °C, una mezcla de gases similares a los que formaron la atmósfera primitiva sufría una serie

de transformaciones tales que se lograba la síntesis de aminoácidos, que a su vez se unían formando "protenoides". Al sumergirse en agua, los protenoides generaban un proceso de repliegue sobre sí mismos adoptando una forma globosa, las microesferas, que estaban limitadas por una doble capa que las protegía del exterior, apareciendo así el ancestro de lo que posteriormente sería la membrana plasmática. Las microesferas, a través de la membrana, podían tomar del exterior sustancias como agua, glucosa, aminoácidos, etc., que producían la energía suficiente para que continuase el desarrollo de la microesfera.



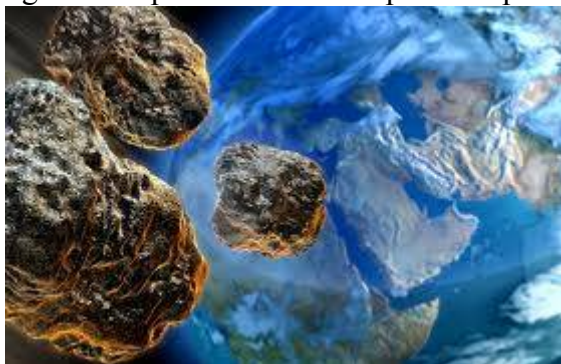
Existen datos, según **Graham Cairns-Smith**, de la Universidad de Glasgow, sobre la existencia de una "vida inorgánica" previa a la vida orgánica que conocemos. Esta vida inorgánica tendría como soporte universal a estructuras del tipo de las arcillas, que habrían permitido la producción de pequeñas moléculas que se asociarían entre sí para dar origen a macromoléculas que acabarían adquiriendo la capacidad de autorreplicación. La propia estructura repetitiva de las arcillas haría que éstas actuaran como auténticos catalizadores, formándose en la superficie de las laminillas de arcilla, moléculas de naturaleza orgánica; dado que las arcillas son muy variadas, podrían generar un número inmenso de combinaciones de proteínas y de nucleótidos. Las macromoléculas biológicas le parecen demasiado complicadas para haber estado presentes en los primeros sistemas vivos; sólo más tarde, de forma progresiva, habrían sustituido a las arcillas mediante un mecanismo de selección natural.

La síntesis prebiótica de las macromoléculas biológicas fue una etapa fundamental en el camino hacia la aparición de la materia viva, así como el origen de la membrana que separaría estas macromoléculas del exterior, problema estudiado por **Joan Oró**, de la Universidad de Houston. En condiciones prebióticas, llegó a obtener lípidos, componentes fundamentales de la membrana de toda célula viva, con ayuda de una mezcla de compuestos orgánicos derivados del ácido cianhídrico. Las microesferas de Fox o los "margináramos" (granos de mar) de Fujio Egami, son ejemplos de microestructuras estables de un diámetro medio de una micra, capaces de producir brotes e incluso de dividirse, pero aún les falta lo esencial para hacer perdurar la especie: el material genético.

¿Cuál de las macromoléculas biológicas apareció primero? Muchos investigadores prebióticos apoyan la idea de **Manfred Eigen**, premio Nobel en 1967, según la cual la secuencia de los acontecimientos fue la siguiente: primero, los ácidos nucleicos, después, las proteínas y finalmente la célula, aunque también haya sido posible una aparición simultánea y complementaria.

## La panspermia. El enigma marciano

Existen, además de la generación espontánea, los coacervados, etc., otras teorías que tratan de explicar con ciertas bases científicas el origen de la vida en nuestro planeta. A fines del siglo XIX, comenzó a primar la idea que los primeros organismos tenían su origen en el espacio. La idea de que la Tierra fue poblada por microorganismos procedentes del espacio empezó a desarrollarse a



partir de 1865 por parte del biólogo alemán **Hermann Richter**; según él, la vida está presente en todo el Universo bajo la forma de gérmenes de microorganismos, a los que llamó cosmozoarios. Los meteoritos que continuamente impactan en la Tierra transportarían los cosmozoarios, que una vez en el planeta, se desarrollarían en condiciones favorables. En 1908 un químico sueco **Svante Arrhenius** (1859-1927) retomó la idea de Richter dándole una forma más elaborada: la teoría de la Panspermia.

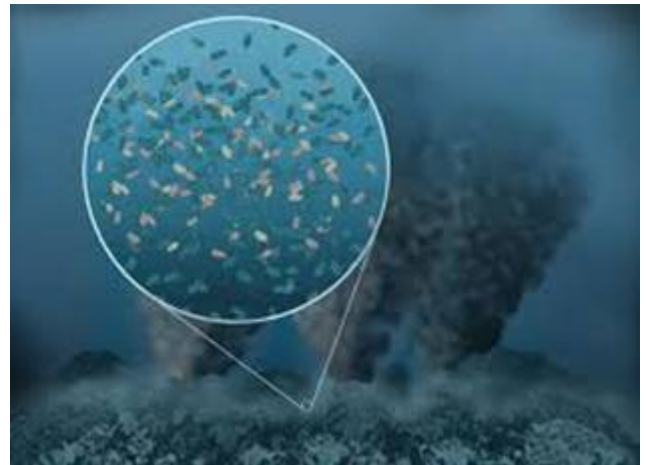
En ella, se substancia que la vida es transportada en el espacio bajo la forma de esporas, organismos vivos microscópicos, adheridas a algunos meteoritos siendo impulsadas por la presión del cosmos y que al encontrar las condiciones adecuadas en los mares terrestres, evolucionan hasta alcanzar el grado de desarrollo que presentan los organismos en la actualidad.

Más radical se muestra **Fred Hoyle**, que junto a **Chandra Wickramasinghe**, de la Universidad de Cardiff, retorna a la Panspermia, afirmando que resulta un proceso inútil buscar el origen de la vida en la propia Tierra, puesto que se ha formado en alguna parte del espacio interestelar. Estos dos astrofísicos han observado las nubes de materia que separan las estrellas, desde el infrarrojo al ultravioleta, afirmando haber identificado sistemas vivos. Así mismo afirman que nuestro planeta ha recibido y recibe continuamente microorganismos, incluso virus, de los impactos de cometas y meteoritos, lo que habría sido el origen de las distintas epidemias sufridas por la Humanidad a lo largo de los siglos.

## **Origen de las células**

Los coacervados complejos pueden mantener su estructura a pesar de que se encuentran en un medio líquido amorfo. Por otra parte, a través de las fronteras del coacervado hay intercambio de sustancias con el medio.

Aunque tales límites parecer estar constituidos por moléculas de agua orientadas y otras sustancias inorgánicas sencillas, sus propiedades son semejantes a las características de permeabilidad observadas en las células y no sería remoto que fueran la estructura antecesora de la membrana de la primeras células procarióticas. La complejidad cada vez mayor de las sustancias orgánicas del interior del coacervado dependía de la política exterior de éste, la que cada vez era dictada por la membrana externa. Por su parte, la membrana iba aumentando su complejidad conforme llegaban a su superficie las sustancias previamente introducidas en la célula. Aunque la evolución de las primeras células es fundamental para probar un hipótesis mecanicista del origen de la vida, a muchos biólogos también los intriga la transición entre las células procarióticas y eucarióticas.



## **La importancia y el origen de las organelas**

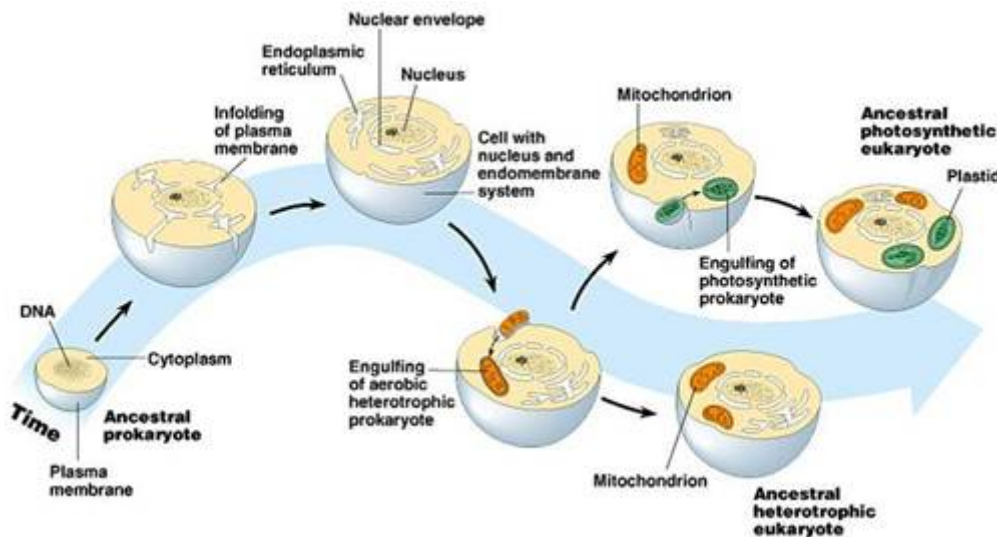
Desde principios del siglo XX los biólogos advirtieron que hay semejanza entre diversos organelos delimitados por membranas y ciertas bacterias. Es particular, una de las similitudes más notorias es la que hay entre los cloroplastos y las cianobacterias cargadas de clorofila. Asimismo, muchos biólogos notaron el parecido que hay entre las mitocondrias y otras bacterias de vida libre. El hecho de que los cloroplastos y las mitocondrias posean su propio ADN y puedan dividirse en forma independiente del resto de la célula apoya la hipótesis de que estos y otros organelos fueron otras bacterias independientes que invadieron a las células primitivas y llegaron a establecer una relación permanente con ellas. Se piensa que los invasores fueron simbioses a los que

beneficiaba al hospedero capacidades y talentos de los que éste carecía. Esto significa que los cloroplastos bien pudieron ser cianobacterias que confirieron propiedades fotosintéticas a las células que empezaron a darles alojamiento. Otras moneras, sobre todo las de muy escasas dimensiones, pudieron dar origen de modo similar a otros organelos características de la célula eucariótica.

Lynn Margulis, de la Universidad de Boston, ha recabado un impresionante número de pruebas a favor de esta teoría acerca del origen de los organelos llama teoría de la endosimbiótica. Una de ellas, a la que daremos más énfasis, alega que estos orgánulos que forman parte de las células eucariontes, fueron antes de esta era organismos unicelulares capaces de autorreproducirse y de sintetizar la totalidad de sus proteínas.

Contenían y contienen las típicas macromoléculas informáticas y estructurales de la vida. O sea su mensaje genético, su genomio propio. Hoy en día toda célula eucarionte tiene dos mensajes genéticos: el mitocondrial fuera del núcleo y el que reside en el núcleo, inexistente en las formas que hasta ahora hemos visto. Tienen modernamente dos códigos aparentemente diferentes. El mitocondrial tiene un par de instrucciones diferentes con respecto al código "universal", que es el que se usa para la información en el núcleo.

Relación de organelos que dieron origen a la célula eucarionte, presencia del ADN de cada uno. La teoría ha sido aceptada ya por muchos citólogos y ha dado origen a un buen número de trabajos experimentales encaminados a confirmarla o rechazarla. Hay células de formas y tamaños muy variados.



Algunas de las células bacterianas más pequeñas tienen forma cilíndrica de menos de una micra o  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  es igual a una millonésima de metro) de longitud. En el extremo opuesto se encuentran las células nerviosas, corpúsculos de forma compleja con numerosas prolongaciones delgadas que pueden alcanzar varios metros de longitud (las del cuello de la jirafa constituyen un ejemplo espectacular). Casi todas las células vegetales tienen entre 20 y 30  $\mu\text{m}$  de longitud, forma poligonal y pared celular rígida. Se piensa que lo más probable es que las mitocondrias, que fabrican ribosomas parecidos a los de las bacterias de pequeño tamaño y por los detalles de su composición química, provengan de bacterias púrpuras no sulfurosas que eran originariamente fotosintéticas y que perdieron esa capacidad.



## Origen de la vida en la Tierra

Es una declaración demasiado obvia decir que las condiciones de la Tierra fueron distintas al principio de lo que son ahora. La superficie del planeta fue quizá lo bastante caliente como para hervir el agua y la atmósfera consistió de gases venenosos. Las condiciones eran inhóspitas para la vida, como la conocemos ahora; sin embargo, bajo estas condiciones austeras, se piensa que la vida se originó hace aproximadamente 3 mil millones de años. La mayoría de los científicos piensan que la vida surgió de sustancias abióticas.

Alternamente, algunos científicos sugieren que la vida, o cuando menos sus precursores, llegó a la tierra como esporas llevadas en meteoritos o que quizá fue sembrada por alguna civilización extraterrestre tecnológicamente avanzada. Sin embargo, estas alternativas sólo dan una respuesta; no explican cómo surgió la vida inicialmente.

## De la Dependencia a la Libertad.

Oparin estebe muy consciente de que los primeros seres vivieron en un ambiente con abundancia de moléculas orgánicas ricas en energía y que podían ser utilizadas como alimento. Esa ingestión de combustibles orgánicos preformados representa el hábito denominado heterotrofismo. Sin embargo, en ciertas localidades, la intensa competencia por los recursos nutritivos entre los individuos de poblaciones cada vez mayores debió generar insuficiencias muy agudas. Sea A uno de esos nutrientes escasos. Si en determinadas circunstancias apareció un mutante capaz de sintetizar la sustancia A a partir de un nutriente B, ese organismo debió sobrevivir más fácilmente que sus competidores inadaptados, los cuales se habrán extinguido por la falta de A. Conforme se fue agotando el recurso B, cualquier organismo que pudiera sintetizar B a partir de C debió tener mayores probabilidades de supervivencia. Así los organismos debieron tender sucesivamente hacia la adquisición de sistemas enzimáticos cada vez más complejos y que les permitieran sintetizar los nutrientes más críticos a partir de sustancias sencillas, es decir, adquirieron el hábito nutricional llamado autotrofismo. Según **N. H. Horowitz**, los organismos que viven en regiones donde los nutrientes eran escasos tardaron en adquirir, por evolución, largas cadenas de reacciones enzimáticas que los libraron de su dependencia de las sustancias orgánicas presentes en la "sopa" primitiva. La evolución del autotrofismo como uno de los progresos más significativos durante las primeras etapas de desarrollo de la vida fue aunada a las primeras aportaciones teóricas de Oparin y así nació la actual teoría de Oparin – Horowitz.