

LYNN MARGULIS

SU VIDA Y SU OBRA



BIOGRAFÍA

Lynn Margulis nació en 1938 en la ciudad de Chicago. Inició sus estudios de secundaria en el instituto público Hyde Park. Posteriormente, fue trasladada por sus



padres a la elitista Escuela Laboratorio de la Universidad de Chicago, pero se escapó y regresó al instituto con sus antiguos amigos, lugar al que ella pensaba que pertenecía. En aquel centro dio clases de español.

A los 16 años fue aceptada en el programa de alumnos adelantados de la Universidad de Chicago donde se licenció en Biología a los 20 años. De allí salió, según sus palabras, con un título, un permanente escepticismo crítico y un marido, el astrofísico Carl Sagan, con quien tuvo dos hijos y del que se separó posteriormente. Antes de acabar la carrera, estuvo en

Méjico estudiando el uso de las plantas por los curanderos.

En 1958 continuó su formación en la Universidad de Wisconsin como alumna de un máster y profesora ayudante. Estudió biología celular y genética, teniendo como profesor a James F. Crow, del que afirmaba que influyó mucho en su vida.

En 1967 volvió a contraer matrimonio con el cristalógrafo Thomas N. Margulis, del que adoptó el apellido. Tuvo con él otros dos hijos y más tarde se separó de él.

En 1977 comenzó a estudiar los tapetes microbianos en una laguna mejicana. Los tapetes son ecosistemas microbianos con características muy parecidas a las que debieron existir al principio de la historia de la vida. Más tarde, extendería estos estudios a otras partes del mundo; en España, estudió el delta del Ebro.

Margulis siempre se sintió atraída por el mundo de las bacterias que hasta entonces, eran consideradas únicamente como gérmenes patógenos sin interés para el evolucionismo. Investigó en trabajos ignorados y olvidados para apoyar su primera intuición sobre la importancia del mundo microbiano en la evolución. Siempre valoró los antecedentes de la biología y mostró admiración por los profesores que tuvo.

Cuando conoció la obra de E.B. Wilson: *The Cell in Development and Heredity* (La célula en el desarrollo y la herencia) la consideró excelente y a partir de ese momento, se centró en desarrollar su teoría endosimbiótica y las consecuencias de la misma en la evolución.

Sus aportaciones a la biología y al evolucionismo son múltiples: describió paso a paso el origen de las células eucariotas; colaboró en la clasificación de los seres

vivos en cinco reinos; formuló su teoría sobre la simbiogénesis y la importancia de ésta en la evolución; apoyó desde el primer momento la hipótesis Gaia de Lovelock, contribuyendo a ella desde la biología, y realizó un gran número de trabajos sobre organismos bacterianos concretos, formas de vida simbióticas y otros temas relacionados con la Biología, algunos de ellos publicados con su hijo Dorian Sagan.

En la fecha de su muerte, 22 de noviembre de 2011, estaba trabajando en el estudio de diferentes espiroquetas y su posible protagonismo en procesos simbiogénicos.

Es considerada una de las más importantes científicas de la biología microbiana y celular en general, a pesar de las dificultades que implicaba ser mujer en la sociedad científica de su tiempo. En conclusión, podemos afirmar que contribuyó a sentar las bases de la biología actual.

Francisco López y Alberto Rodríguez (2º Bach-A)

TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA



La Teoría Endosimbiótica de Lynn Margulis, también llamada Teoría de la Endosimbiosis Seriada, está considerada como su aportación más importante.

Esta teoría describe el paso de las células procarióticas a células eucarióticas mediante incorporaciones simbiogénicas de bacterias. Para formularla, Margulis se basó en los trabajos olvidados de científicos (Schimper, Merezkhovsky y Portier) de finales del siglo XIX y principios del XX, que relacionaban la capacidad fotosintética de los vegetales con las cianobacterias y que proponían el

origen simbiótico de los cloroplastos y de los eucariontes.

Fue publicada en 1967, en la revista *Journal of Theoretical Biology*. En ella, Margulis defiende que algunos orgánulos de las células eucarióticas proceden de células procariotas primitivas que habrían estado en endosimbiosis con las primeras. Llegó a esta conclusión comparando las bacterias, mitocondrias y cloroplastos y observando las siguientes semejanzas:

- El tamaño similar de las mitocondrias y de algunas bacterias.
- Las mitocondrias presentan crestas comparables a los mesosomas.
- El parecido entre los ADN.
- La existencia de una membrana plasmática que permite la fagocitosis.
- La síntesis proteica que realizan es autónoma.
- Los ribosomas de las mitocondrias y cloroplastos, al igual que los de las bacterias, son 70s.
- En las mitocondrias y cloroplastos los centros de obtención de energía se sitúan en las membranas, al igual que ocurre en las bacterias.
- Presentan similitudes en los procesos metabólicos.
- Las mitocondrias y los cloroplastos tienen autonomía en la célula pudiendo dividirse y formar orgánulos hijos.

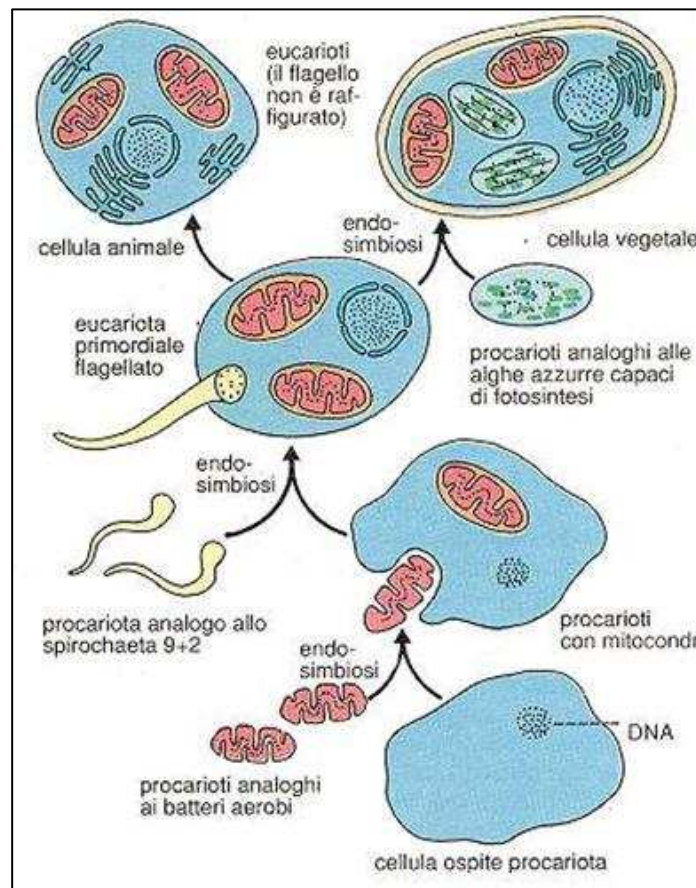
Lynn Margulis describe las sucesivas simbiosis hasta la aparición de células eucarióticas como las conocemos actualmente:

La primera simbiosis se produjo al fusionarse una bacteria nadadora (del tipo de una *espiroqueta*) con otra que utilizaba el azufre y el calor como fuente de energía; así se originaría un organismo con las características de ambas que sería el primer

eucarionte, con membrana nuclear, y que se convertiría en el ancestro de todos los organismos pluricelulares.

La segunda simbiosis se realizó entre este eucarionte anaerobio y una bacteria aerobia, capaz de realizar la respiración celular, mucho más eficiente que la fermentación; de esta forma, la célula eucariota adquiriría la capacidad de obtener más energía a partir de la materia orgánica. Así surgieron las células eucariotas con mitocondrias que, posteriormente darían lugar a los hongos y los animales.

La tercera simbiosis se realizó entre estos organismos aerobios y las cianobacterias, que aportaron a la célula eucariota la capacidad de obtener energía a partir de materia inorgánica mediante el proceso de fotosíntesis. Así surgieron las células eucariotas con cloroplastos y mitocondrias, que darían lugar a los vegetales.



Dibujo original de Lynn Margulis

En un principio, la teoría endosimbiótica fue muy atacada, especialmente por los más estrictos defensores de la selección natural como motor de la evolución.

- La aparición de eucariontes a partir de simbiosis ha sido uno de los aspectos más discutidos. Para explicarla se ha propuesto un origen alternativo a partir de las

invaginaciones de membranas que darían lugar a la membrana nuclear. Otros argumentos en contra fueron:

- La estructura de los flagelos de los eucariontes es diferente de la de los protistas, pero existen asociaciones entre protistas y espiroquetas que apoyan la teoría de Margulis.

- Las mitocondrias y los cloroplastos poseen regiones de ADN exclusivas de las células eucariotas; esto se podría explicar suponiendo una transferencia de ADN entre el núcleo y dichos orgánulos.

- Ni los plastos ni las mitocondrias pueden vivir independientemente; este inconveniente podría solucionarse si consideramos que los genes que les permitían vivir de manera autónoma fueron eliminados y parte del ADN se transfirió a la célula eucariota permitiendo que ésta regule la actividad mitocondrial.

- Las células eucariotas no pueden vivir sin dichos orgánulos, esto se debe a que han desarrollado mecanismos metabólicos que necesitan grandes cantidades de energía que le son proporcionados por los orgánulos.

Hoy en día existen pruebas concluyentes que demuestran que la célula eucariota moderna evolucionó a partir de la incorporación estable de las bacterias, aunque aún se discuten aspectos como la incorporación de espiroquetas.

La creadora de la teoría endosimbiótica, Lynn Margulis, luchó contra múltiples obstáculos que se presentaron a lo largo de su investigación sin faltarle el entusiasmo y las ganas de conocer. Gracias a su esfuerzo hoy somos conscientes de la complejidad de los procesos que tuvieron lugar antes de llegar a ser lo que somos.

HIPÓTESIS GAIA

El origen de la hipótesis Gaia se remonta a la época de la antigua Grecia, cuando los filósofos Anaxímenes y Tales de Mileto argumentaban que determinados elementos inanimados podían estar vivos. Asimismo Pitágoras y su escuela de Trotona sostenían que “la Tierra es un ser vivo, íntegro e inteligente”. En 1785 el científico James Hutton llegaría a afirmar que la Tierra es un “superorganismo”.

La hipótesis Gaia como tal fue propuesta en 1979, por James Lovelock. Lynn Margulis la apoyó y la desarrolló. La llamaron así en honor a la diosa de la Tierra, Gaia en la mitología griega.

Esta hipótesis afirma que las formas de vida no sólo se adaptan a los cambios que sufre el medio, como se creía anteriormente, sino que la Biosfera influye en el medio ambiente haciendo que sus condiciones sean favorables para la vida. Lovelock definió Gaia como una entidad compleja que implica a la biosfera, atmósfera, océanos y tierra; constituyendo en su totalidad un sistema retroalimentado que busca un entorno físico y químico óptimo para la vida en el planeta. Este comportamiento se denomina comportamiento homeostático y hace que la propia Tierra actúe como un regulador.

En su hipótesis inicial, Lovelock afirmaba la existencia de un sistema de control global de la temperatura, la composición atmosférica y la salinidad oceánica. Sus argumentos eran:

- La temperatura global de la superficie de la Tierra ha permanecido constante e idónea para el desarrollo de la vida, a pesar del incremento en la energía proporcionada por el Sol.
- La composición atmosférica permanece constante, aunque debería ser inestable. Comparando con otros planetas, la atmósfera debería estar constituida en un 99% por CO₂ sin apenas vestigios de oxígeno ni nitrógeno. Según la hipótesis Gaia, el que la atmósfera esté compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y apenas un 0,03% de dióxido de carbono se debe a que la vida, con su actividad y su reproducción, mantiene estas condiciones que hacen habitable el planeta. Para explicar cómo la vida puede mantener las condiciones químicas de Gaia, Margulis ha destacado la gran capacidad de los microorganismos para transformar gases que contienen nitrógeno, azufre y carbono. Un ejemplo de esta capacidad es la transformación que sufrió la atmósfera cuando pasó de reductora a oxidante gracias a la acción de las bacterias fotosintéticas oxigénicas

- La salinidad del océano permanece constante, en un equilibrio entre disolución, aporte de los ríos, evaporación, precipitación,.. y, en general, entre los procesos que la aumentan y los que la disminuyen, de forma que la concentración de sal sea compatible con la vida.

La hipótesis Gaia constituye también una explicación a las grandes diferencias que existen entre las condiciones de nuestro planeta y otros planetas del sistema solar.

Actualmente se está estudiando si otros factores, como la formación y distribución de grandes masas de hierro de la Tierra, son también consecuencia de la interacción con los seres vivos.

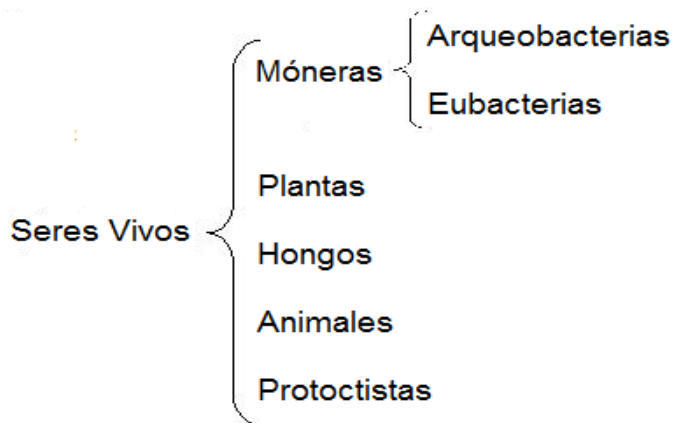
La hipótesis Gaia fue muy atacada porque suponía un enfrentamiento con el pensamiento científico tradicional que afirmaba que la Tierra es simplemente materia inanimada, que evoluciona por sí misma y que constituye el hábitat de los seres vivos que no pueden hacer más que adaptarse a ella. Hoy día se acepta la interacción entre la parte viva y la parte inerte del planeta.

CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS SEGÚN LYNN MARGULIS

TAXONOMÍA

La taxonomía proporciona los métodos y principios para la clasificación de los seres vivos en *taxones* (grupos) a los que se les asigna un nombre y se les ubica dentro de categorías jerarquizadas. Los taxones de mayor nivel abarcan a los de menor nivel. El agrupamiento se basa en las semejanzas y diferencias con otros organismos, actuales o desaparecidos. La taxonomía proporciona información directa e indirecta sobre la estructura del cuerpo y la historia evolutiva de los organismos.

La clasificación taxonómica de Margulis está basada en las ideas básicas de las teorías anteriores a ella y divide a los seres vivos en:



A lo largo de la historia se han realizado diversos intentos de clasificación de los seres vivos. Desde la época de Aristóteles hasta el siglo XIX se dividieron en *Animales* y *Plantas*.

Con el desarrollo del microscopio se descubrieron organismos unicelulares más simples que no podían ser incluidos en ninguno de los dos reinos conocidos. En 1866, el biólogo y filósofo alemán Ernst Haeckel sugirió un nuevo reino, el reino *Protista*, en el que incluyó a todos los seres vivos unicelulares; aquí se encontraban las bacterias que más tarde se separaron en otro reino diferente llamado *Moneras*, que incluía a los organismos unicelulares procariotas.

En 1969, el naturalista estadounidense Robert H. Whittaker propuso una clasificación en cinco reinos, basada en el tipo celular (procariota y eucariota), el número de células (unicelulares o pluricelulares) y el tipo de nutrición (autótrofa o heterótrofa). Whittaker dividió a todos los organismos vivos en: *Animales*, *Plantas*,

Hongos, Protistas y Moneras. Creó así el reino *Hongos*, separándolos del reino *Plantas*. Incluyó en los protistas a los organismos unicelulares eucariotas y mantuvo a las algas dentro del reino de las plantas.

En 1985, las biólogas Lynn Margulis y Karlene V. Schwartz mantuvieron el sistema de cinco reinos con algunas modificaciones, nombrándolos de la siguiente manera: *Moneras, Protoctistas, Hongos, Plantas y Animales*. El nuevo reino *Protoctista* incluía tanto a los organismos protistas (unicelulares eucariotas) como a los pluricelulares de organización simple, como las algas.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CINCO REINOS

Moneras: lo forman seres unicelulares procariotas, es decir, que carecen de núcleo celular. Son las *Arqueobacterias* y las *Eubacterias*.

Protoctistas: abarca a seres eucariotas (con núcleo), heterótrofos unicelulares de digestión interna, como los protozoos, y a seres autótrofos fotosintéticos, unicelulares y pluricelulares de organización talofítica (sin tejidos), como las algas.

Hongos: son seres eucariotas, unicelulares o pluricelulares, de organización talofítica y nutrición heterótrofa.

Metafitas: lo constituyen los organismos eucariotas, pluricelulares con tejidos diferenciados y con nutrición autótrofa fotosintética, como los musgos, los helechos y las plantas superiores o espermatófitos.

Metazoos: incluye a los seres eucariotas, pluricelulares con tejidos bien diferenciados y de nutrición heterótrofa; es decir, todos los invertebrados y cordados, dentro de los cuales se encuentran los vertebrados.

Como se puede observar, en esta clasificación no están incluidos los virus, que forman un grupo aparte.