



La evolución por simbiosis

Taller de divulgación científica basado en el trabajo de la científica estadounidense Lynn Margulis.

Una propuesta de Pandora Mirabilia y Biodiversia.

Ilustración: Irene Cuesta

Objetivos

Acercar las teorías evolutivas a niñas y niños de primaria de forma amena y divertida.

Explicar de forma didáctica la teoría formulada por Lynn Margulis sobre el origen de la célula compleja (eucariota) basada en el fenómeno de la simbiosis conocido como endosimbiosis seriada.

Visibilizar y homenajear la figura de la científica Lynn Margulis, promoviendo el protagonismo y participación femenina en el campo de la ciencia.

Metodología

Las actividades están basadas en la escucha del cuento “El baile de las bacterias”, del disco *Un cuento propio 3*. Se proponen varias técnicas que se pueden trabajar tanto en clase como en tutorías. Las actividades se pueden utilizar tanto para trabajar cuestiones del currículum de Ciencias Naturales (la evolución, las bacterias, los seres vivos) como para visibilizar la labor de mujeres científicas.

Las técnicas combinan la escucha del cuento con el trabajo en grupo, los debates y ejercicios individuales.

Temas

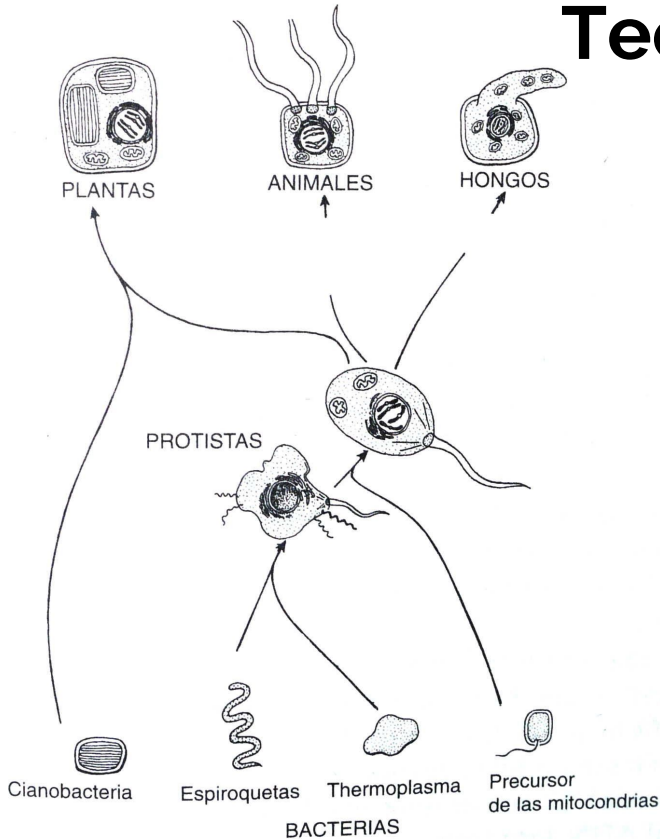
Inquietud por el saber científico: fomento de la curiosidad por el origen de la vida y la evolución.

Importancia del debate para la construcción de una ciencia sólida y crítica.

La evolución: todos los seres vivos estamos emparentados desde la aparición de la vida con las bacterias hasta ahora.

Teorías de la evolución: hay diferentes mecanismos evolutivos tal y como se presentan en el cuento la selección natural y la simbiosis.

Teoría de la endosimbiosis seriada



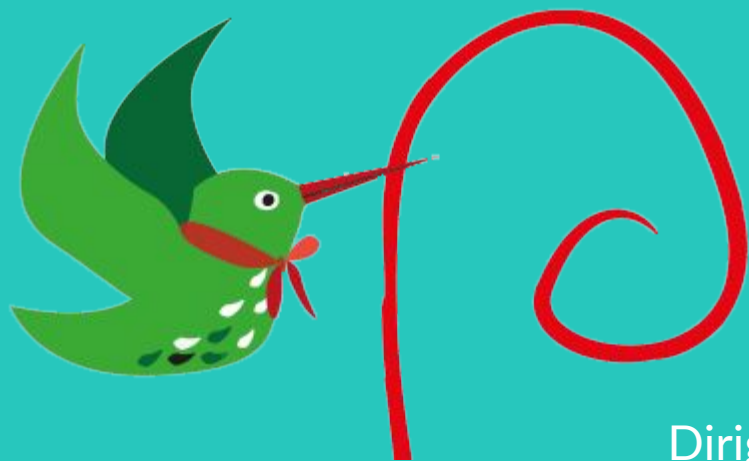
La endosimbiosis seriada de Lynn Margulis, en la que se basa 'El baile de las bacterias', es una teoría según la cual la célula eucariota se originó por fusión simbiótica de una arquea (microorganismos procariontes que en el pasado eran clasificados como bacterias por su morfología unicelular y procarionte) y una bacteria espiroqueta. A esa fusión inicial se añadieron las mitocondrias y, en el caso de las plantas, los cloroplastos.

Teoría de la endosimbiosis seriada

En “El baile de las bacterias”, Lina (*Thermoplasma*, una arquea) se une por simbiosis con Espiroqueto (una bacteria espiroqueta) y más tarde se incorpora Mitocondrio (representando a un precursor de las mitocondrias). La teoría está ampliamente aceptada aunque no se ha demostrado que las espiroquetas, que fueron propuestas por Margulis como precursoras de los cilios de la célula eucariota, sean las bacterias que formaron parte de este fenómeno.



Actividades



$$(A_3 + B_1, A_1 + B_3, A_3)$$
A hand-drawn mathematical expression in red ink, enclosed in large curly braces. The expression is $(A_3 + B_1, A_1 + B_3, A_3)$. A white star is drawn above the expression.

Dirigidas a alumnado de 4º, 5º y 6º de primaria.

1. Tras el rastro de las mujeres científicas

1. Cada alumna y alumno tiene que indagar sobre dos o tres personas científicas. La única instrucción que se les da es que traigan sus nombres, el año en el que nacieron y qué es lo que aportaron a la ciencia. Pueden preguntar en sus casas, buscar en la biblioteca o en internet.

2. En clase se pone en común el rastreo. En una pizarra, el profesorado apunta los nombres y las fechas. Al finalizar hará un recuento. ¿Cuántas mujeres científicas se han mencionado? Si el resultado es de una abrumadora mayoría de hombres, el profesorado podrá abrir el debate sobre la invisibilización de las mujeres en la ciencia: ¿por qué han encontrado tan pocos nombres de mujeres?

Algunos datos para complementar el debate:

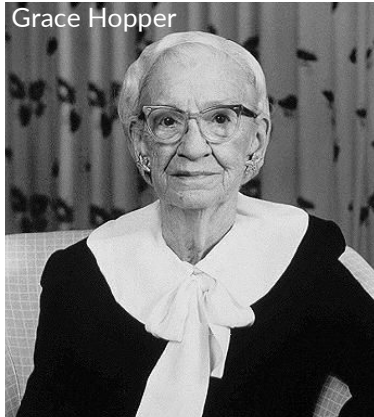
- Se piensa con frecuencia que las mujeres permanecieron ajenas a la construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia, o bien que su incorporación se produjo de manera muy tardía.
- En muchos manuales, libros de texto y noticias apenas se toma en consideración los saberes de las mujeres. De esta forma se transmite la idea que solo los hombres han sido protagonistas de la historia de la humanidad.

1. Tras el rastro de las mujeres científicas

Hipatia



Grace Hopper



- A lo largo de la historia ha habido muchos referentes de mujeres científicas. Algunos ejemplos:
 - Matemáticas: Hipatia de Alejandría, Ada Lovelace, Sofia Kovalévskaya, Dorothy Vaughan, Katherine Johnson.
 - Astronomía: Caroline Herschel, Williamina Fleming.
 - Química: Rosalind Franklin, Gertrude Elion, Marie Curie.
 - Física: Émile du Châtelet, Marie Curie.
 - Ingeniería: Valentina Tereshkova, Ellen Swallow Richards, Olive Dennis, Mary Jackson.
 - Informática: Frances Allen, Grace Hopper, Ángela Ruiz Robles.

3. Se introduce la biografía de Lynn Margulis

Más información:

[Biografías de mujeres científicas.](#)

[Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas](#)

Katherine Johnson



2. Foro cuento: El baile de las bacterias

Se escucha el cuento “El baile de las bacterias” y a partir de ahí se introducen algunos conceptos y temas. A continuación se explican brevemente con el fin de facilitar el trabajo del profesorado, ya que todos los personajes y sucesos del cuento tienen su explicación y razón de ser.

Lina. La protagonista del cuento tiene una doble función. Por un lado, es una arquea del género *Thermoplasma* (ver esquema y explicación del resumen de la teoría de Margulis). Por otro, Lina representa a Lynn Margulis, quien se enfrentó a la academia neodarwinista al proponer la simbiosis como mecanismo evolutivo basándose en estudios de otros científicos anteriores que habían caído en el olvido.

Espiroqueto. Representa las espiroquetas, unas bacterias helicoidales y móviles, una de las partes más discutidas de la teoría de Lynn Margulis.

Mitocondrio. Representa el microorganismo precursor de las mitocondrias, orgánulos encargados de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular (respiración celular), de ahí lo de que le 'vaya lo de la energía

2. Foro cuento: El baile de las bacterias

Darwinio. Representa a Charles Darwin, eminente científico que formuló la evolución por selección natural y en cuya teoría se han basado la síntesis neodarwinista.

Lotería Evolutiva. Representa la aparición de novedades genéticas por mutación, de ahí que suceda cada mucho tiempo y de forma aleatoria, pudiendo ser o no ventajosa para el organismo que la sufre.

Maximiliano y Morgano: estos maestros representan la ortodoxia neodarwinista que se enfrentó a las teorías de Margulis.

Selección natural. Esta teoría formulada por Darwin explica la evolución de forma gradual y por acumulación de mutaciones para el organismo que las sufre, cuando estas mutaciones supongan una ventaja para sobrevivir en un ambiente dado. Esta teoría no sirve para explicar sucesos bruscos en la historia (como la aparición de la célula eucariota), ya que la diferenciación y especiación por selección natural requiere periodos muy largos de tiempo para operar.

2. Foro cuento: El baile de las bacterias

Eucariota. Ser vivo compuesto por células eucariotas, que son todos menos arqueas y bacterias. La célula eucariota, con su complejidad (que se diferencia de la procariota por tener ADN empaquetado en un núcleo, mitocondrias, cloroplastos en plantas y sistema de microtúbulos, entre otros rasgos) es la unidad elemental de plantas, animales, hongos y protistas. En el cuento Eucariota surge de la simbiosis de los personajes de Lina (Thermoplasma) y Espiroqueto, y más tarde, de su fusión con Mitocondrio (precursor mitocondrias), tal y como fue formulado por Margulis.

El baile de la simbiosis. La simbiosis es la asociación biológica en la que se produce un beneficio para todos los participantes de dicha interacción. En la teoría de Margulis, es el mecanismo evolutivo que originó la célula eucariota por la suma cooperativa de los microorganismos preexistentes (procariotas). En el cuento, el baile es la metáfora para esa fusión simbiótica.

3. Mural de las bacterias y las células

1. Se divide la clase en grupos y a cada uno se le da un personaje/bacteria del cuento. Cada grupo tendrá que explicar con sus palabras o recordar cuáles son las propiedades de esta bacteria.

- **Lina.** Es una arquea del género Thermoplasma. Resiste altas temperaturas.
- **Espiroqueto.** Representa a las espiroquetas, bacterias helicoidales y móviles, una de las partes más discutidas de la teoría de Lynn Margulis.
- **Mitocondrio.** Representa el microorganismo precursor de las mitocondrias, encargadas de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular (respiración celular), de ahí lo de que le “vaya lo de la energía”.
- **Célula eucariota.** Es la unidad elemental de plantas, animales, hongos y protistas. En el cuento surge de la simbiosis de Lina y Espiroqueto.

2. Cada grupo tiene que investigar sobre otras dos bacterias, explicar sus propiedades y asignarle un nombre divertido que vaya a tono con el cuento y una frase que le caracterice.

3. Cada grupo dibuja las bacterias investigadas con un bocadillo donde irá incluida la frase. Las recortan y las pegan en un papel continuo común para toda la clase.

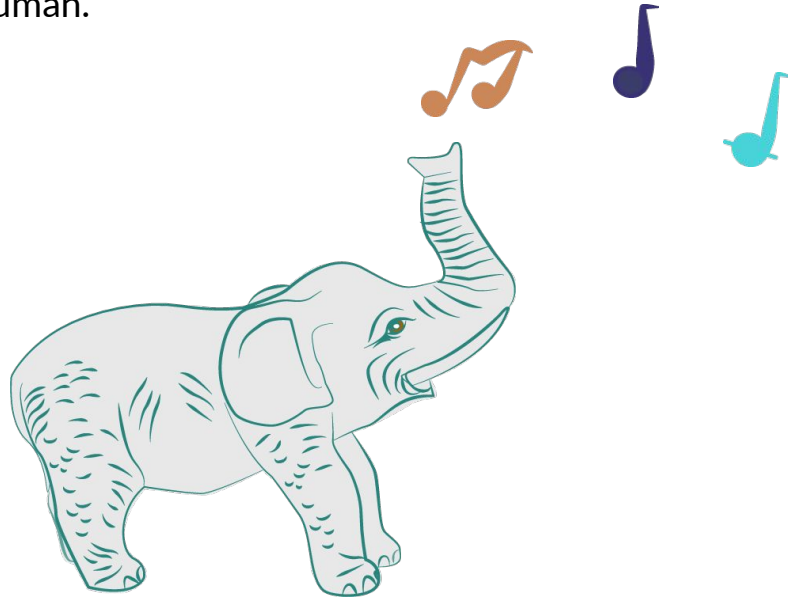
4. El baile de la simbiosis

Según la teoría de Lynn Margulis, la célula eucariota se originó por fusión simbiótica de una arquea (microorganismo procarionta que en el pasado era clasificado como bacteria por su morfología unicelular) y una bacteria espiroqueta. A esta fusión inicial se añadieron las mitocondrias, y en el caso de las plantas, los cloroplastos. Con la fusión simbiótica todos los orgánulos que intervienen ganan. ¡Vamos representarlo con el baile de la simbiosis!

1. En grupos de cuatro se reparten tarjetas con cuatro propiedades bacterianas que al juntarse crearán un organismo más evolucionado y complejo. El/la profesor/a podrá adaptar estas propiedades a los contenidos que se estén trabajando en clase.
 - **Grupo 1.** Absorbo agua. Tomo nutrientes a través del cuerpo. Atrapo la luz con clorofila. Uso luz como energía. (EJEMPLO DE PLANTA, fotosíntesis)
 - **Grupo 2.** Capto oxígeno. Fermento leche. Tengo un flagelo (latiguillo para moverse). Hablo alemán.
 - **Grupo 3.** Sobrevivo a oscuras. Me gusta juntarme con muchas amigas. Como porquería. Soy fluorescente.
 - **Grupo 4.** Soy redonda y pequeña. Nado en el agua. Si hace frío me echo la siesta. Vivo en el estómago de un pingüino.

4. El baile de la simbiosis

2. Cada grupo tiene que idear una coreografía de la simbiosis de ese organismo complejo que es la unión de los cuatro. Tendrá que bailarla al son de la banda sonora del cuento.
3. Se representa la coreografía y el resto del grupo tendrá que adivinar cuáles son las propiedades que representan y cómo se suman.



Lynn Margulis (EEUU, 1938-2011)



Lynn Margulis fue una científica estadounidense que revolucionó la teoría de la evolución.

Nacida en Chicago, fue una alumna brillante y su familia quiso que acudiese a una escuela de élite, pero ella volvió por su propio pie a la escuela pública. Con 20 años se licenció en la Universidad de Chicago. Después se tituló en Zoología y Genética por la Universidad de Wisconsin. También consiguió el título de Doctora en Genética por la Universidad de California-Berkeley.

Desde un principio se sintió atraída por las bacterias. La ciencia entonces las consideraba organismos peligrosos y patógenos, pero para Lynn eran mucho más que eso, pensaba que nuestras propias células podrían provenir de ellas.



Lynn Margulis (EEUU, 1938-2011)

Margulis dio con la solución a un enigma: las células eucariotas (células con núcleo que se encuentran en animales, plantas y hongos) aparecieron como consecuencia de la simbiosis de otras células más simples y sin núcleo (las procariotas, que son bacterias y arqueas). Así, mostró que no sólo existe una evolución gradual (teoría de la selección natural), sino que un suceso brusco y ocurrido una sola vez en la historia puede producir grandes saltos evolutivos.

Tuvo dificultades para publicar sus investigaciones. En 1966, tras quince intentos fallidos, consiguió publicar un artículo sobre el origen de las células eucariotas. Después quiso publicar un libro con todas sus investigaciones, pero las editoriales rechazaron su manuscrito. Gracias a su perseverancia y deseo de dar a conocer sus teorías, su libro fue publicado.

Lynn Margulis (EEUU, 1938-2011)



Margulis nunca dejó de intentar demostrar sus teorías sobre la evolución, hasta el punto de morir trabajando en su laboratorio, en noviembre de 2011.

Además de profesora distinguida del Departamento de Geociencias de la Universidad de Massachusetts Amherst, desde 1983 fue miembro de la Academia Nacional de Ciencias. En 2008 recibió la medalla Darwin-Wallace y tres años después fue miembro de la Academia de Ciencias de EEUU.

Ha sido nombrada doctora honoris causa por numerosas universidades, también en España: en la universidad de Valencia, Vigo, en la Autónoma de Madrid y en la Autónoma de Barcelona, donde ha colaborado en trabajos de microbiología evolutiva en el Delta del Ebro.

Recursos

[Cuento “El baile de las bacterias” más la canción “Baila la simbiosis” del o](#)
[*Un cuento propio 3.*](#)

Lynn Margulis. Vida y legado de una científica rebelde, por Dorion Sagan (ed.), Tusquets, 2014.

[“La genómica da la razón a Lynn Margulis”](#), Javier Sampedro, El País, 2015.

[Lynn Margulis: la vida desde la cooperación microbiana](#), Mujeres Con ciencia.

Contacto

PANDORA MIRABILIA, Género y Comunicación, S.Coop.Mad.

Montera 34, 5º3

28013 Madrid

www.pandoramirabilia.net

pandora@pandoramirabilia.net

BIODIVERSIA S.COOP.MAD.

<http://biodiversiacoop.net/>

camila@biodiversiacoop.net

