

Figura 1. Células vistas a través de microscopio.
<http://microscopioelulas.blogspot.com/2011/05/cloroplastos-en-lirio.html>

Origen de las mitocondrias y los cloroplastos: un microscópico trío

Indicadores de Desempeño

Conceptual

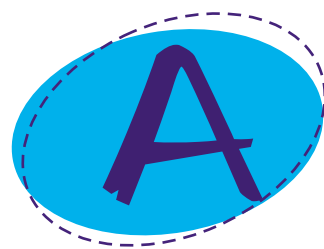
Explica el origen de las mitocondrias y los cloroplastos.

Procedimental

Diferencia las mitocondrias y los cloroplastos teniendo en cuenta su origen.

Actitudinal

Persiste en la búsqueda de respuesta ante preguntas relacionadas con la célula, origen y estructuras.



Vivencia

En esta guía hablaremos un poco sobre cómo se originaron las primeras mitocondrias y los cloroplastos. Para ello, expresaremos algunas ideas sobre nuestros conocimientos previos y lo que hemos escuchado.

TRABAJO EN EQUIPO

OTORGAMOS IMPORTANCIA A NUESTROS SABERES

Voy a convivir con doña ameba y me convertiré en la mitocondria

Yo haré lo mismo pero seré el cloroplasto

Esta imagen resume un poco la historia que relata el origen de las mitocondrias y los cloroplastos. Dicha teoría se denomina endosimbiosis y es común que muchos historiadores de la biología la llamen cómicamente: "Doña bacteria y sus dos maridos".

1. Escribimos en nuestros cuadernos un breve texto explicando qué relación tiene la imagen con el relato que aparece en frente.
2. Compartimos nuestros escritos con los demás compañeros y nuestro profesor(a).

Recordemos un poco antes de continuar...

En la unidad anterior estudiamos algunas relaciones que se tejen en los ecosistemas. Una de ellas es la de la *simbiosis*, que es sinónimo de mutualismo. Recordemos que en esta interacción existe una estrecha relación entre dos especies diferentes; en esta interrelación biológica, ambas especies salen beneficiadas y ninguna se perjudica; por ejemplo, la acacia presenta unos cuernos huecos que le sirven a las hormigas de nido, éstas a su vez protegen al árbol cortando los brotes de otras especies vegetales que penetran en él y repeliendo a los herbívoros con su presencia.

Una vez que dos especies diferentes establecen una relación simbiótica, esta relación podría alcanzar diferentes grados de integración:

- a. *Menor integración*
Las dos especies viven juntas y se benefician, pero no dependen una de otra para sobrevivir.
- b. *Mayor integración*¹
El máximo grado de integración y más radical sería aquel en el que estas uniones desembocan en la transferencia de material genético y consecuente fusión de los simbioses (especies que actúan en la simbiosis) en un nuevo individuo. La dependencia entre ambas especies es tan íntima y estrecha que por separado ambas especies morirían.

TRABAJO INDIVIDUAL

CONTINUEMOS EXPLORANDO NUESTROS SABERES

3. Teniendo en cuenta lo que he aprendido sobre simbiosis, explico en un párrafo qué significa para mí la expresión "endosimbiosis".
4. Los científicos plantean hipótesis sobre algún fenómeno de la naturaleza. La hipótesis es una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recolección de información y la observación, aunque no esté confirmada, sirve para responder, de forma alternativa, a un problema con base científica. Escribo en mi cuaderno una posible idea por la cual se formaron las mitocondrias y los cloroplastos.

¹ Tomado y adaptado de: Simbiosis. Wikipedia la Enciclopedia Libre. Recuperado de es.wikipedia.org/wiki/Simbiosis.

TRABAJO EN PAREJAS

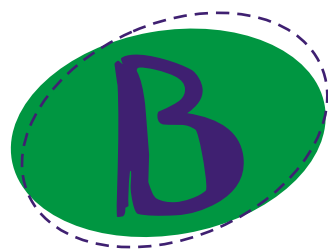
Reflexionemos un poco en torno a varios conceptos...

5. El origen de las mitocondrias y los cloroplastos, es una muestra de cómo la evolución actúa en la naturaleza y la importancia de los procesos evolutivos para la supervivencia de los seres vivos.

Reflexionamos sobre la posible relación que existe entre los siguientes conceptos y elaboramos una composición escrita en la que los integro:

- Evolución
- Célula
- Procariota
- Eucariota
- Mitocondria
- Cloroplasto

Sino encontramos ninguna relación, conversamos con nuestro profesor(a) al respecto y estudiamos juiciosamente la guía para mejorar nuestros conocimientos sobre el tema.



Fundamentación Científica

TRABAJO EN EQUIPO

APRENDAMOS ALGO NUEVO

- Leemos atentamente el texto que se presenta a continuación. Al finalizar la lectura, elaboramos en nuestros cuadernos un mapa conceptual que sintetice las ideas centrales del texto y tratamos de establecer las relaciones entre los conceptos abordados: *procariota, eucariota, unicelular, pluricelular, mitocondrias y cloroplastos*.

Un microscópico trío: un salto a la evolución celular

Muchos científicos se han preguntado cómo se originaron las células procariotas (sin núcleo definido) y sus organelas, especialmente las mitocondrias y los cloroplastos (en plantas). Muchas hipótesis han surgido al respecto; pero ninguna ha presentado datos tan concluyentes y creíbles como la *“Teoría de la endosimbiosis seriada”*. Esta teoría fue propuesta en 1971 por una bióloga estadounidense llamada Lynn Margulis, quien ha demostrado con hechos que tanto mitocondrias como cloroplastos, comparten rasgos con algunas bacterias. A pesar de ser una de las teorías más plausibles no se puede confirmar su veracidad, pues como casi todas las teorías científicas, tiene detractores que presentan argumentos en contra de ella.

Pero...¿qué es endosimbiosis?

Es un tipo de simbiosis en la cual un organismo habita en el interior de otro y no con el otro, como ocurre en la simbiosis; por esa razón, se llama endosimbiosis (en el interior de un organismo). En esta asociación, hay transferencia de material genético entre las especies involucradas, lo que genera una relación de interdependencia tan fuerte en la que la suma de las partes se convierte en un nuevo individuo; es decir, que la endosimbiosis genera innovación evolutiva.

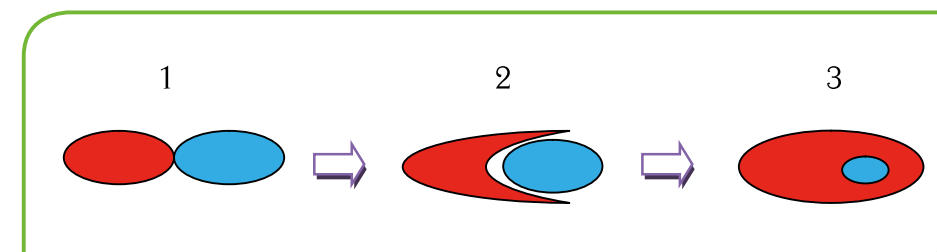


Figura 2: Modelo de endosimbiosis: 1. Fusión, 2. Simbiosis, 3. Ingestión y endosimbiosis

A mediados de los sesenta, Margulis formuló lo que se conoce como *“Teoría de la endosimbiosis serial”*, que propone que la primera célula eucariota de la Tierra, aquella célula de la que provenimos todos los animales y las plantas, se formó mediante la fusión de tres bacterias preexistentes completas y cada bacteria con sus respectivos genes. Una de esas bacterias aportó capacidades metabólicas peculiares y la tercera (que se sumó más tarde a las otras dos) se convirtió en las actuales mitocondrias. Esa célula eucariota primitiva empezó a reproducirse, y una de sus descendientes sufrió aún otra experiencia traumática: se tragó a una bacteria fotosintética de la que provienen los actuales cloroplastos².

Margulis explica que en la actualidad podemos observar vestigios (huellas) de este salto evolutivo. Expone que actualmente se encuentran

² Tomado y adaptado de: Sampedro, J. (2002). *Deconstruyendo a Darwin*. Ginés Morata (prólogo). (1ª edición). Barcelona: Editorial Crítica.

en arroyos y estanques, bacterias verdes que realizan fotosíntesis y producen oxígeno, este tipo de bacterias se llama *cianobacterias* y es posible que de estos organismos hayan evolucionado los cloroplastos. Además explica que las mitocondrias se habrían originado a partir de las *proteobacterias* (existentes en la actualidad) que respiraban oxígeno.

*¿Será entonces que las mitocondrias y los cloroplastos fueron bacterias de vida libre que se unieron con otras bacterias y evolucionaron en lo que son ahora?*³

Hace 1.500 millones de años la Tierra era un lugar primitivo, en el que sólo habitaban organismos unicelulares y procariotas; es decir, organismos con una sola célula y cuyo material genético se encontraba disperso en el citoplasma (no poseían un núcleo definido). El ambiente era parecido al actual; sin embargo, la mayoría de organismos bacterianos no toleraban el oxígeno; es decir, eran anaeróbicos y sólo unas cuantas bacterias eran aerobias (utilizaban el oxígeno para respirar).



Figura 3: Mitocondria.

Una célula procariota capaz de obtener energía de los nutrientes orgánicos empleando el oxígeno, se fusionó en un momento de la evolución con otra célula procariota. Una bacteria invadió e infectó a la otra, produciendo la muerte de ambas; sin embargo, algunas resistieron el ataque. De esta manera, se produjo una simbiosis permanente entre ambos tipos de seres: la procariota que estaba al interior de la otra proporcionaba energía, especialmente en forma de ATP y la célula hospedadora ofrecía un medio estable y rico en nutrientes a la otra. Este mutuo beneficio hizo que la célula invasora llegara a formar parte del organismo mayor, acabando por

convertirse en parte de ella: la mitocondria. Un factor que apoya esta teoría es que las bacterias y las mitocondrias tienen mucho en común: el tamaño, la estructura, componentes de su membrana y la forma en que producen energía.

Esta hipótesis tiene entre sus fundamentos la evidencia de que las mitocondrias poseen su propio ADN y está recubierta por su propia membrana. Otra evidencia que sostiene esta hipótesis es que el código genético del ADN mitocondrial no suele ser el mismo que el código genético del ADN nuclear.

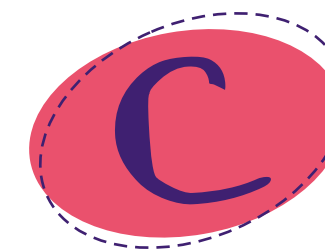
100 millones de años después de que se formaron las mitocondrias, un nuevo organismo se unió a ellas, incorporándose al citoplasma. Pero el origen de este nuevo organismo no fue por infección como la primera, sino por ingestión; es decir, la mitocondria se comió el nuevo organismo. El organismo fagocitado era un tipo de células fotosintéticas (capaz

de realizar fotosíntesis) que no fueron digeridas en el interior, sino que conservaron vivos sus pigmentos fotosintéticos. Así se produjo otra simbiosis y se originaron los cloroplastos, capaces de fabricar alimento a partir del agua y el sol.

Los cloroplastos son verdes y aún más grandes y parecidos a las bacterias que las mitocondrias y proveen a la biósfera de comida y oxígeno. Así pues, un nuevo tipo de célula que no existía antes se volvió rápidamente indispensable para las sucesivas generaciones. La nueva célula tenía ahora mitocondrias para el metabolismo del oxígeno y cloroplastos para proveer la célula de comida.



Figura 4: Cloroplastos.



Ejercitación

TRABAJO INDIVIDUAL

APLICO MI COMPETENCIA INTERPRETATIVA

1. Teniendo en cuenta lo abordado en la lectura, diseño en mi cuaderno una línea del tiempo donde se represente gráficamente la evolución de la célula procariota a la célula con mitocondrias y cloroplastos, resaltando las características de cada organela.
2. Respondo en mi cuaderno las siguientes preguntas y me preparo para una plenaria dirigida por mi profesor(a):
 - a. ¿Qué ventajas trajo a la bacteria inicial la endosimbiosis?
 - b. Según la lectura, ¿cuáles serían las funciones de la mitocondria y los cloroplastos?
 - c. De acuerdo al texto, ¿qué son células procariotas y qué son células eucariotas? Justifico mi respuesta.
 - d. ¿Por qué creo que fue importante para la bacteria anaerobia la incorporación de la bacteria aeróbica, si ella podía sobrevivir así?
 - e. ¿Cuáles son las ventajas evolutivas de esta endosimbiosis?

TRABAJO EN PAREJAS

3. Una de las actividades propuestas al inicio, consistía en relacionar conceptos como: evolución, célula, procariota,

³ Tomado y adaptado de: Sangán, D. y Margulis, J. (1988). Doña bacteria y sus dos maridos. Ciencia, Revista de difusión. Número Especial.

eucariota, mitocondria y cloroplasto. Realizamos un nuevo escrito en el que se evidencie una evolución en cuanto al manejo de estas nociones y compartimos el trabajo con nuestro profesor(a) para que lo evalúe.



Aplicación

TRABAJO INDIVIDUAL

MIS PRIMEROS PASOS COMO INVESTIGADOR NATURAL

1. Gran parte de los científicos se rigen por un método para investigar; este método científico se entiende como las prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías.

El método científico es un proceso propuesto para explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y enunciar leyes que expliquen los fenómenos físicos del mundo y permitan obtener, con estos conocimientos, aplicaciones útiles al hombre.

Los científicos emplean el método científico como una forma planificada de trabajar. Sus logros han llevado a la humanidad al momento cultural actual.

Recuerdo que el profesor(a) será mi guía durante esta actividad para comprender el proceso de la investigación.



A continuación, realizaré un trabajo para iniciar mis primeros pasos como investigador; esto implica un conjunto de fases o etapas que me llevarán a emplear el método científico. Este trabajo me ayudará a desarrollar habilidades que todo científico debe poseer para llevar a cabo su trabajo.

a. Elección del tema

Los científicos conocen un gran número de fenómenos que se pueden estudiar; pero, como estoy emprendiendo mi camino como investigador; debo seleccionar un tema que sea de mi interés entre los propuestos a continuación:

- Los cloroplastos y la fotosíntesis.
- Mitocondrias: respiración celular.
- La endosimbiosis seriada.
- Células procariotas y eucariotas.

b. Formulación de preguntas o hipótesis

Generalmente los científicos parten de una pregunta o una hipótesis para investigar. Para este caso formularé una pregunta sobre uno de los temas seleccionados, por ejemplo: ¿cómo ayudan los cloroplastos a realizar la fotosíntesis a las plantas?

c. Recoger y organizar información relevante

Para buscar información debo seleccionar algunas palabras clave que me ayuden a optimizar mi búsqueda. Para recolectar la información, me apoyo en las fuentes de recursos de las que disponga como: libros, páginas web, enciclopedias, entre otras. Para algunos temas seguramente encontraré mucha información, para otros tal vez encuentre poca; pero el trabajo de un investigador es determinar la calidad y utilidad de esa información, es necesario verificar la veracidad de esta para ser utilizada en la investigación. Para esta actividad es necesaria la colaboración del profesor(a) que es quien realmente puede decirme qué información es relevante y cuál no.

d. Observar el fenómeno

Observar es disponer atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente. Para ello, debo disponer de ciertos recursos como un laboratorio equipado con microscopio u otros materiales. Como seguramente no poseo estos recursos, utilizo las fuentes de recursos disponibles en mi institución: si cuento con un computador y conexión a Internet busco “simulaciones” que me ayuden a comprender el fenómeno, busco

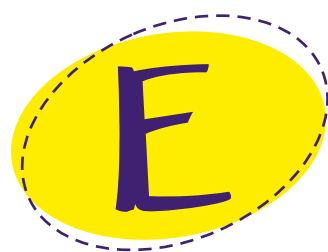


ilustraciones sobre el tema seleccionado y pregunto a mi profesor(a) sobre lo consultado.

- e. *Tomar nota*
 Todo científico lleva un registro de todo lo que hace. Es muy importante escribir pequeñas reflexiones acerca de lo que he consultado, anotar las referencias bibliográficas y los recursos utilizados.
- f. *Elaborar el proyecto*
 Realizo un trabajo escrito que contenga los siguientes aspectos:
- Tema
 - Pregunta problema
 - Marco teórico (todo lo relacionado con el tema)
 - Conclusiones
 - Referencias bibliográficas y recursos
- g. *Presentación del proyecto*
 Los científicos presentan sus trabajos ante la comunidad científica para sustentar su trabajo y debatir alrededor de él. Presento en una de las actividades de conjunto mi trabajo sustentando todo lo consultado y defendiendo mi postura frente al tema.

TRABAJO CON EL PROFESOR

2. Solicito a mi profesor(a) que valore el trabajo realizado y evalúe mi desempeño durante el desarrollo de la guía.



Complementación

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos dirigimos a la biblioteca y consultamos las funciones de las mitocondrias y los cloroplastos. Realizamos una cartelera elaborando un cuadro comparativo entre las funciones de ambas estructuras. Por ejemplo, ambas organelas presentan ribosomas que son los encargados de la síntesis de proteínas.

Ubicamos la cartelera en el centro de recursos durante 15 días para recordar el tema.

2. La ciencia está permeada por factores sociales, religiosos, económicos, entre otros. Eso demuestra que la ciencia es una construcción social que no se cierra a un mundo aislado de nosotros o nuestras necesidades. Escribimos en nuestros cuadernos por qué consideramos importante conocer la historia de un concepto o fenómeno antes de abordarlo.

TRABAJO INDIVIDUAL

AL EVALUARME ADQUIERO CONCIENCIA DE LO QUE HE APRENDIDO

3. En mi cuaderno realizo una valoración de mi desempeño durante la guía y de los aprendizajes alcanzados. Asimismo, desarrollo una evaluación del trabajo de mis compañeros en cuanto a su comportamiento y aprendizaje logrado. Presento la evaluación a mi profesor(a) para que tenga en consideración mi opinión.

Recuerdo que evaluar a mis compañeros, es hacerlos conscientes de lo que han hecho bien y de lo que deben mejorar. En esa medida que me evalúen a mí me permite observar que opinión tienen los demás sobre mi desempeño

Evaluación por competencias

A continuación me proponen resolver un conjunto de preguntas o realizar algunas actividades, que tienen como propósito que identifique aquellos aspectos que muestran mis fortalezas y aquellos en los que debo reforzar posterior al estudio de la temática propuesta en la guía.

Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debo escoger la que considere correcta y escribirla en mi cuaderno.

1. Una teoría propone que cierto tipo de bacterias "A" fueron incorporadas a otro tipo de bacterias "B", dando origen a las mitocondrias de las actuales células eucariotas. El argumento más fuerte a favor de la procedencia de las mitocondrias a partir de las bacterias "A" podría ser la presencia tanto en las mitocondrias como en las bacterias "A" de⁴

- A. membranas y ATP.
- B. ribosomas.
- C. secuencias similares de ADN.
- D. ARN y enzimas.

1

2. Una prueba en contra de la teoría de la endosimbiosis seriada es que

- A. las mitocondrias y los cloroplastos no pueden vivir fuera de la célula.
- B. los cloroplastos no pueden realizar fotosíntesis.
- C. las mitocondrias no se parecen a sus ancestros bacterianos.
- D. ni las mitocondrias ni los cloroplastos hacen parte de la célula eucariota.

2

⁴ Tomado de:
Calvo, F. (2011). Examen Tipo Icfes de Biología- Segundo Examen. Blog de Nacho [web log spot]. Recuperado de <http://www.pasaralaunacional.com/2011/01/examen-tipo-icfes-de-biologia-segundo.html>.

3. La endosimbiosis es una asociación que permite la variabilidad genética porque

- A. surge un individuo nuevo.
- B. surgen dos individuos nuevos.
- C. el material genético de una especie se transforma en el de la otra.
- D. el material genético de una especie se integra al ADN de la otra, originando una nueva especie.

3

Actividades

4. Teniendo en cuenta lo abordado durante la guía, realice un escrito sobre la importancia que tiene el ADN en los procesos evolutivos de los seres vivos.
5. Escribo en dos párrafos la importancia de la endosimbiosis para la evolución.