

L U M B R E



Célula eucariota y sexo: endosimbiosis, genoma mosaico y la paradoja de recombinar

Materia: Historia

03/10/2026

Antes de empezar

Historia universal, bloque Fundamentos, curso Big History, ruta Historia de la vida, etapa 2 Célula eucariota y sexo. Escala y organización celular; núcleo, endomembranas y citoesqueleto; Margulis y la evidencia de la endosimbiosis; Asgard e hidrogenosoma; simbiosis secundarias y nucleomorfo; costo del sexo, Muller y Reina Roja; registro microfósil. Nivel universitario, 3 horas.

QUÉ APRENDERÁS

- Explicar el origen de la célula eucariota por endosimbiosis, evaluar su evidencia convergente y discutir el costo y las ventajas evolutivas de la reproducción sexual.

Célula eucariota y sexo: el cambio de organización que abrió lo grande

Ficha curricular · Lumbre

Historia universal · Bloque Fundamentos y tiempo profundo · Curso Big History: universo, Tierra y vida · Ruta Historia de la vida hasta el ser humano · Etapa 2 de 4: Célula eucariota y sexo. Autoría Roadwise Consulting. Objeto autoformativo con microscopía, genómica y debates abiertos.

Dos invenciones biológicas separan el mundo microbiano arcaico del mundo visible: la célula con núcleo y la reproducción sexual. Esta etapa estudia ambas, su cronología, su evidencia y por qué siguen sin explicación cerrada.

Objetivos de la etapa

1. Explicar qué añade la organización eucariota y por qué el tamaño exige arquitectura nueva.
2. Reconstruir la evidencia de la endosimbiosis y distinguir sus cuatro registros independientes.
3. Situar en el debate actual sobre el huésped arqueano, Asgard y la hipótesis del hidrogenosoma.
4. Evaluar las tres explicaciones del mantenimiento del sexo y saber cuál es la más sólida.
5. Interpretar el registro fósil eucariota temprano con las precauciones que merece.

I. Un cambio de escala que no es de grado

La eucariotización es el mayor cambio de organización en la historia de la vida desde el origen del replicador: multiplica por mil el volumen celular, introduce un núcleo cerrado, un citoesqueleto dinámico y un sistema de membranas internas capable de tráfico vesicular. Una célula eucariota típica mide entre veinte y cien micras frente a una o cinco de una bacteria: la diferencia no es de grado sino de arquitectura, porque a ese tamaño la difusión ya no basta y hay que transportar.

Las eucariotas aparecen entre 2 100 y 1 800 millones de años según el reloj molecular y los microfósiles, y no se diversifican durante casi mil millones de años: el planeta siguió siendo microbiano mucho después de inventar la célula compleja. Todas las eucariotas descienden de un solo evento de eucariotización: comparten núcleo, mitosis, retículo endoplásmico y el mismo conjunto de proteínas de membrana, lo que hace improbable que la innovación se repitiera dos veces.

1. ¿Por qué el aumento de tamaño celular obligó a cambiar la arquitectura y no solo a agrandarse?

- ☐ Porque el ADN se vuelve inestable en células grandes
- ☐ Porque la difusión ya no basta para mover moléculas y hace falta transporte interno
- ☐ Porque la membrana se rompe al crecer
- ☐ Porque la mitocondria ocupa demasiado espacio

2. Todas las eucariotas existentes descienden de un único evento de eucariotización.

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

II. Qué añade exactamente la célula compleja

El núcleo separa física y temporalmente transcripción y traducción: el ARN se procesa en un compartimento y se traduce en otro, lo que permite un control de la expresión génica imposible en una bacteria. El sistema de endomembranas y el aparato de Golgi permiten modificar, etiquetar y enviar moléculas a destinos distintos: la célula eucariota es una economía logística, no un saco de enzimas.

El citoesqueleto de microtúbulos y actina hace posible la fagocitosis, la forma cambiante y la división con huso: sin capacidad de envolver partículas no habría habido endosimbiosis. Los pliegues internos de la membrana aumentan la superficie disponible para reacciones: esa es la lógica que después explota la mitocondria con sus crestas.

Cuatro innovaciones y la dificultad física que cada una resuelve

Rasgo eucariota	Qué hace posible	Qué problema resuelve
Núcleo con envoltura	Separar transcripción de traducción y procesar el ARN	Control fino de la expresión génica en un genoma grande
Endomembranas y Golgi	Modificar, etiquetar y enviar moléculas a destinos distintos	Mantener una logística celular sin mezclar reacciones incompatibles
Citoesqueleto dinámico	Cambiar de forma, fagocitar y montar un huso mitótico	Transporte y división en un volumen donde la difusión no llega
Mitocondria	Respiración aerobia con gradiente denso en crestas	Energía por genoma suficiente para sostener una célula grande

Un detalle que conviene saber de memoria

El huso mitótico, los centriolos y la fagocitosis comparten la misma proteína tubulina. Que la maquinaria de separar cromosomas y la de comer bacterias estén hechas del mismo material no es un detalle técnico: es el argumento anatómico que hace plausible una simbiosis por ingestión.

III. La endosimbiosis: una idea rechazada y hoy un hecho

Lynn Margulis defendió en 1967, contra el consenso de su tiempo, que las mitocondrias y los cloroplastos fueron bacterias libres incorporadas; su libro fue rechazado por quince editoriales y hoy su idea es un hecho de manual.

VIDEO

El día que la vida cambió para siempre: el origen de la célula eucariota

Atiende al orden de los acontecimientos que propone el guion: comprueba si presenta la mitocondria como un suceso puntual o como un proceso de transferencia génica prolongado, porque ahí está el estado actual del debate.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=lt19Zh9y-3Y>

La evidencia de la endosimbiosis es convergente y de cuatro tipos: doble membrana, ADN circular propio, ribosomas de tipo bacteriano y división por fisión independiente del ciclo celular del huésped. El linaje bacteriano de origen mitocondrial es alfa-

proteobacterio y está emparentado con las rickettsias parásitas, dato que se estableció por secuenciación del ARN ribosómico mitocondrial.

VIDEO

Teoría endosimbiótica: Lynn Margulis y la evolución en cinco minutos

Anota los cuatro tipos de evidencia que menciona y compáralos con los de la figura anterior: si faltan dos, el vídeo queda corto para este curso.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=U20hYvZTONI>

La simbiosis se completa con una transferencia masiva de genes: la mitocondria humana conserva trece proteínas codificadas por su genoma original, mientras que miles de genes simbióticos pasaron al núcleo del huésped. La mitocondria ya no puede vivir sola: ha perdido la mayor parte de su genoma, importa proteínas desde el citoplasma y su destino está subordinado al de la célula que la alberga.

VIDEO

Teoría de la endosimbiosis: mitocondrias y cloroplastos

Fíjate en los dibujos animados: la pérdida de genes del simbiote casi nunca se representa, y es la parte del proceso que más tiempo ocupó.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=YYYSocEnrc>

3. Si la mitocondria humana conserva trece proteínas codificadas por su propio ADN, ¿cuántas veces menor es esa cifra que las veinte mil proteínas que codifica el núcleo humano aproximadamente?

Respuesta: (veces menor)

4. ¿Qué propone la hipótesis del hidrogenosoma que la distingue de la endosimbiosis clásica?

- ☐ Que la mitocondria se incorporó antes que el núcleo
- ☐ Que el huésped era una arquea metanógena cuyo hidrogenosoma se convirtió en mitocondria
- ☐ Que el cloroplasto es anterior a la mitocondria
- ☐ Que las eucariotas surgieron tres veces de forma independiente

La hipótesis hidrogenosoma de Martin y Müller propone que el huésped era una arquea metanógena que capturó una bacteria productora de hidrógeno, y explica por qué el núcleo y la mitocondria comparten maquinaria de membrana y de transporte. Los genomas de las arqueas de Asgard, recuperados de sedimentos oceánicos a partir de 2015, muestran genes de tipo eucariota implicados en remodelar la membrana: el huésped de la endosimbiosis fue probablemente un pariente de ese grupo.

Qué se ha movido el suelo en diez años

Las arqueas de Asgard se detectaron primero como fragmentos de ADN en sedimentos del Ártico y después se cultivaron en laboratorio tras años de esfuerzo. Aportan genes de tipo eucariota que en una bacteria serían inexplicables, y por eso han desplazado el consenso hacia un huésped arqueano y no bacteriano.

ACTIVIDAD
INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

5. Una de estas cuatro afirmaciones contradice el dato genómico de la endosimbiosis.



IV. Segunda simbiosis: de dónde vienen los plastos

El cloroplasto es una cianobacteria incorporada por una eucariota ya dotada de mitocondria: la fotosíntesis eucariota es, por tanto, una adquisición prestada, y no un invento independiente. Las plantas y las algas rojas descienden de una sola incorporación primaria; las algas verdes, los euglenozoos y los dinoflagelados la hicieron por simbiosis secundarias, tragando eucariotas que ya tenían plastos.

El número de membranas que envuelve un plasto delata su historia: dos membranas indican captación primaria y tres o cuatro delatan que la célula fue ingerida ya con su plasto dentro. Algunas algas conservan el nucleomorfo, el núcleo residual y reducido

de la alga fagocitada entre cuatro membranas: es una prueba visible y datable de la simbiosis secundaria.

VIDEO

Origen de las mitocondrias y la teoría endosimbiótica

Compara lo que dice el vídeo sobre el cloroplasto con lo que acabas de leer: la mayoría de las explicaciones breves omiten las simbiosis secundarias.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=AiWL1XFhfyS>

6. Una célula alberga un plasto rodeado de cuatro membranas y conserva un núcleo reducido entre las dos interiores. ¿Qué historia es la más parsimoniosa?

- ☐ Que la cianobacteria fue ingerida directamente por una arquea
- ☐ Que una eucariota con mitocondria tragó un alga que ya tenía su plasto de captación primaria
- ☐ Que el plasto se formó por invaginación de la membrana plasmática
- ☐ Que dos células se fusionaron sin involvement de ninguna alga

Reflexiona: Piensa por qué el número de membranas es un dato histórico y no un detalle anatómico.

7. Une cada firma estructural con el episodio histórico que indica.

7.	Dos membranas	-----
7.	Cuatro membranas	-----
7.	Nucleomorfo	-----
7.	Cleptoplastia	-----

Opciones: Captación primaria de una cianobacteria · Simbiosis secundaria con un alga ya plastidiada · Núcleo residual del alga fagocitada · Robo de cloroplastos funcionales a la presa

La plasticidad simbiótica es mayor de lo que sugiere el libro de texto: hay organismos que roban cloroplastos funcionales a las algas que comen y los mantienen vivos durante semanas.

V. El sexo: caro, antiguo e inexplicable a primera vista

La reproducción sexual combina tres procesos que pudieron evolucionar por separado: la meiosis, la fusión de gametos y la recombinación homóloga del ADN, y solo en las eucariotas están acoplados de forma obligada. El sexo es caro en términos darwinianos: una población clonal duplica su crecimiento frente a una sexual, porque la mitad de su descendencia no produce óvulos, y además rompe combinaciones genéticas ya exitosas.

La ventaja más sólida es la purga mutacional: la recombinación permite separar mutaciones perjudiciales en linajes distintos en lugar de acumularlas todas juntas en la misma línea clonal. La hipótesis de la Reina Roja sostiene que el sexo se mantiene porque el entorno biótico cambia: parásitos y hospedantes corren para quedarse en su lugar, y la variabilidad genética es la única defensa que se renueva cada generación.

La recombinación meiótica repara roturas de doble cadena del ADN, y esa función puede ser anterior al propio sexo: el intercambio de información genética apareció probablemente como mecanismo de reparación antes que como estrategia reproductiva. La meiosis es más antigua que la multicelularidad: la mayoría de los linajes eucariotas la practican, incluso aquellos que pasan su vida como haploides, lo que sitúa su origen en la primera eucariota o muy poco después.

Muchos organismos son mixtos: se reproducen de forma asexual la mayor parte del tiempo y recurren al sexo bajo estrés, y esa irregularidad es un buen argumento a favor de que el sexo se paga cuando algo cambia en el medio.

VIDEO

Qué es la teoría endosimbiótica y el origen de las células

Sirve como repaso auditivo de la sección III: verifica si distingue entre el origen de la mitocondria y el del cloroplasto, porque la confusión es habitual.



Escanea para verlo en Lumbre

<https://www.youtube.com/watch?v=qpssAqHJszQ>

8. ¿Por qué se llama costo del doble de individuos al costo del sexo?

- ☐ Porque cada generación gasta el doble de energía
- ☐ Porque una hembra clonal transmite todos sus genes y una sexual solo la mitad de su descendencia los porta
- ☐ Porque se necesitan dos genomas idénticos
- ☐ Porque la meiosis duplica el tiempo del ciclo celular

9. Clasifica según favorece o penaliza la reproducción sexual.**Elementos:**

- Separa mutaciones dañinas en distintos linajes
- Rompimiento de combinaciones genéticas ya exitosas
- Renovación de variabilidad frente a parásitos
- La mitad de la descendencia no produce óvulos
- Reparación de roturas de doble cadena del ADN

Ventaja del sexo	. . .
Costo del sexo	. . .

10. La meiosis es anterior a la multicelularidad.

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

VI. De la colonia al organismo: el problema de la individualidad

El género *Volvox* muestra la transición en escala natural: colonias de hasta cincuenta mil células con división del trabajo entre células somáticas y reproductivas, en linajes que hace poco eran simplemente unicelulares. La aparición de la individualidad biológica es un problema propio: pasar de células independientes a un organismo exige suprimir el conflicto entre linajes celulares, y la reproducción por cuello de botella germinal es la solución más extendida.

La multicelularidad se inventó de forma independiente muchas veces en eucariotas: animales, hongos, plantas, algas pardas y algunas cianobacterias, pero ninguna alcanzó la complejidad animal sin reproducción sexual.

Tamaño celular comparado, en micras

	Coco bacteriano	Cianobacteria	Levadura	Espiroqueta	Óvulo humano	Ameba gigante
Diámetro o longitud típica	1	5	12	150	130	500

Unidad: micras

Fuente: Medidas estándar de citología comparada

El gráfico interactivo es interactivo en la versión online.



Qué es una transición de evolución mayor

Los biólogos llaman transición mayor a un cambio que redefine la unidad sobre la que actúa la selección: de replicadores sueltos a cromosomas, de procariotas a eucariotas, de células a organismos. Cada una exige suprimir el conflicto interno, y por eso son tan raras.

VII. El registro: cómo se ve una célula sin partes duras

Antes de la eucariotización no existe ninguna célula mayor de diez micras reconocida, y después aparecen progresivamente células grandes con paredes ornamentadas: la discontinuidad de tamaño es el primer indicador del cambio. El registro fósil eucariota temprano es escaso y discutido: Grypania, un espiral de hasta catorce centímetros de hace 1 900 millones de años, y los acritarcos de pared orgánica resistieron la prueba de la controversia mejor que los microfósiles del Arcaico.

Bangiomorpha pubescens, un alga roja de 1 050 millones de años con esporas diferenciadas, es el primer fósil aceptado que muestra complejidad celular moderna y posible reproducción sexual.

Doce marcas entre la primera eucariota y la primera alga compleja

1. 2 450 Ma **Oxígeno en ascenso** La catástrofe del oxígeno libera el respiradero energético del que la célula grande depende.
2. 2 100 Ma **Primeras señales** Esteroles moleculares y células grandes aisladas: evidencia disputada, pero sugerente.

3. 1 800 Ma **Eucariotas reconocibles** Microfósiles grandes con pared ornamentada, difíciles de explicar como bacterias.
4. 1 600 Ma **Línea fúngica** Palestratos con morfología de hifa discutida abren el debate sobre los hongos tempranos.
5. 1 500 Ma **Simbiosis secundaria** Los plastos con tres o cuatro membranas indican algas ya complejas tragadas por otras células.
6. 1 200 Ma **Bangiomorpha** Alga roja con esporas diferenciadas: primer fósil aceptado con reproducción sexual.
7. 1 000 Ma **Cuello de botella** La genómica sugiere una eucariota ancestral con cuello poblacional severo.
8. 900 Ma **Amoebozoos** Aparecen testas y formas con pseudópodos amplios en el registro microfósil.
9. 750 Ma **Marcadores animales** 24-metilencolesterol en rocas indica que los linajes metazoos ya existían.
10. 665 Ma **Ediacara** Cuerpos blandos de un tamaño imposible para un protista: la complejidad se hace visible.
11. 600 Ma **Fósiles de embrión** Esférulas segmentadas en la Formación Doushantuo, identificadas como estadios tempranos.
12. 541 Ma **Cámbrico** Esqueletos mineralizados y depredación: el contenido de la etapa siguiente.

VIII. Metodología: cómo se sabe lo que no se ve

La filogenia eucariota se rehízo tres veces en treinta años con datos moleculares: de cinco reinos a tres dominios y de un árbol a un retículo, y el cuadro actual sigue moviéndose con cada generación de genomas. La genómica comparada permite contar de quién vino qué: los genes mitocondriales del núcleo delatan su origen bacteriano, y los genes plásticos delatan el del cianobacterio, de modo que el genoma de una célula es un mosaico de procedencias.

Tres familias de datos, tres grados de certeza

La morfología del microfósil da un mínimo de tamaño. La geoquímica de esteroides da un linaje sin dar forma. La filogenia molecular da un orden de parentesco pero fechas muy dependientes de la calibración. Ninguna de las tres, sola, sostiene una afirmación sobre el origen de la eucariota.

ACTIVIDAD
INTERACTIVA
DISPONIBLE EN
LUMBRE

11. Marca las frases que describen una evidencia de tipo molecular y deja sin marcar las que son morfológicas.



ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

12. Cómo argumentar esta etapa en un ensayo, en cinco pasos



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE

13. Tesis en disputa



ACTIVIDAD INTERACTIVA
DISPONIBLE EN LUMBRE

14. ¿Este rasgo es bacteria o es herencia eucariota?



IX. Errores frecuentes y por qué persisten

Primer error: leer la evolución como una escalera con la bacteria abajo, el protista en el medio y el animal arriba. Las bacterias actuales son tan evolucionadas como nosotros y llevan más tiempo en el planeta. Tercer error: llamar simples a las eucariotas unicelulares. Una ameba o un paramecio tienen andamiaje celular, citoesqueleto y regulación génica comparables en complejidad a un tejido animal.

Segundo error: explicar la eucariotización solo con el oxígeno. El oxígeno la hace posible al permitir un metabolismo energético denso, pero no explica el núcleo ni la simbiosis, que son los pasos difíciles. Cuarto error: presentar la endosimbiosis como un suceso terminado. Fue un proceso con transferencias génicas durante cientos de millones de años, y todavía hoy hay simbiosis en curso que pueden observarse.

Cuatro errores a erradicar

A. La evolución no es una escalera con nosotros arriba. B. Una ameba no es un organismo simple. C. El oxígeno hace posible pero no explica el núcleo. D. La endosimbiosis no fue un instante sino un proceso de cientos de millones de años, y hoy hay simbiosis observables en curso.

15. ¿Qué objeción real se le sigue poniendo a la teoría de la endosimbiosis?

- ☐ Que las mitocondrias no tienen ADN
- ☐ Que no explica por sí sola el origen de la envoltura nuclear y del sistema de endomembranas
- ☐ Que los ribosomas mitocondriales son eucariotas
- ☐ Que la división mitocondrial sigue el ciclo celular

X. Cierre y puente

Con célula compleja, sexo y colonialidad resueltos, el escenario queda listo para el gran desborde del registro fósil: la explosión cámbrica y la conquista de la tierra firme, que son el contenido de la etapa siguiente.

Puedes sobrevivir como bacteria durante tres mil ochocientos millones de años, o puedes intentar ser grande durante seiscientos. — Versión libre de la comparación que suele hacerse entre la edad bacteriana y la animal.

— Para trabajo en clase: evalúa si la frase describe una estrategia evolutiva o una mera apariencia de progreso.

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE
EN LUMBRE

16. Dos versiones del mismo episodio



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN
LUMBRE

17. Autocorrección de la etapa



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE

18. Cifras y nombres para retener



ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE

19. Conceptos y definiciones de la etapa

Une cada término con su definición tal como se usó en este objeto.



20. Escribe seis líneas: si el sexo es tan caro, ¿por qué lo casi todo? Contrasta la Reina Roja con la purga mutacional y di cuál te convence más y con qué tipo de dato se decidiría.

ACTIVIDAD INTERACTIVA DISPONIBLE EN LUMBRE

21. Bloc de filogenia



Base de secuencias genómicas <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> Referencia para consultar genomas mitocondriales y cloroplásticos usados en la filogenia de esta etapa.

Trazabilidad curricular del objeto

Campo	Valor
Categoría	Historia universal
Bloque temático	Fundamentos y tiempo profundo
Curso	Big History: universo, Tierra y vida
Ruta (unidad)	Historia de la vida hasta el ser humano (4 etapas)
Etapas de la ruta	Célula eucariota y sexo
Objeto de aprendizaje	hu-vida-02 · Endosimbiosis, genoma mosaico y reproducción sexual
Orden dentro de la ruta	2 de 4

Campo	Valor
Nivel	Universitario · introducción
Dificultad	Alta
Duración sugerida	3 horas de estudio, multimedia y ejercicios
Prerrequisito	Etapa 1 de la ruta hu-r-vida: Origen de la vida
Siguiente objeto	Etapa 3 de la ruta hu-r-vida: Cámbrico y tierra firme
Edad referencial	17 años en adelante
Modalidad	Autoformativo: lectura, multimedia y reactivos
Autor	Roadwise Consulting
Versión de contenido	1

Para mirarlo de otra manera

La célula como ciudad: qué explica la analogía y qué traiciona

La analogía urbana es útil y tiene un límite. Útil: el núcleo es archivo y taller de planos, el Golgi es correo con etiquetas de destino, la mitocondria es central eléctrica y el citoesqueleto es andamiaje y transporte. El límite: una ciudad no se divide, y una célula sí; y las etiquetas del Golgi no son convencionales como los códigos postales, sino moléculas concretas que otras moléculas leen. Si usas la analogía en un examen, di siempre qué parte del proceso real queda fuera.

Versión útil de la analogía

La mitocondria no es una central eléctrica: es una central que además envía señales de alarma, participa en la muerte programada de la célula y conserva su propio archivo de instrucciones, ahora muy reducido.

Ejercicio: clasificar un organismo con cinco observaciones

Te dan cinco observaciones de un microorganismo desconocido. Una: mide doce micras. Dos: tiene dos membranas alrededor de un orgánulo oval con crestas. Tres: ese orgánulo tiene ADN circular. Cuatro: se mueve con un flagelo de estructura nueve más dos. Cinco: no tiene pared de celulosa. Decide con estos datos si es bacteria, hongo, alga, animal o protista, y qué observación sería decisiva para cerrar la duda.

Razonamiento de clasificación con datos mínimos de microscopía.

Observación	Qué excluye	Qué sugiere
Doce micras de tamaño	La mayoría de las bacterias	Eucariota, pero no el tipo
Orgánulo con crestas y dos membranas	Procariota	Mitocondria: no es un anaerobio estricto
ADN circular en el orgánulo	Origen por invaginación	Endosimbiosis
Flagelo nueve más dos	Bacteria	Eucariota; y si hay dos flagelos, un opistoconto
Sin pared de celulosa	Plantas y muchas algas	Hongo con quitina, animal o protista desnudo

Repaso de la etapa anterior: el oxígeno como antesala

De la etapa anterior hay que traer tres cosas. Primera: la catástrofe del oxígeno ocurre entre 2 450 y 2 300 millones de años, y la primera eucariota reconocible aparece después, entre 2 100 y 1 800. Segunda: las formaciones de hierro bandeado muestran que el oxígeno producido consumió primero el hierro del océano antes de escapar al aire. Tercera: el metano atmosférico se desplomó con el oxígeno, y eso enfrió el planeta. La relación entre esas tres fechas y la célula grande es el eje de esta etapa: sin respiración aerobia no hay energía suficiente para una célula de cien micras.

Pregunta de repaso

¿Por qué decimos que el oxígeno hace posible la eucariota pero no la explica? Responde distinguiendo condición de causa y nombra el paso que el oxígeno no explica.

Referencia curricular

Materia:	Historia
-----------------	----------

Versión interactiva completa (con actividades, videos y autoevaluación):



<https://lumbre.lat/object/hu-vida-02>

Material educativo generado desde Lumbre · lumbre.lat