

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 26

BIOLOGIA E GEOLOGIA 11.º ANO

Tema 3: Evolução biológica Subtema 1: Origem das células eucarióticas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Origem das células eucarióticas

Aplica o que estudaste sobre os modelos que explicam a evolução de células eucarióticas, resolvendo os itens propostos neste guião de trabalho autónomo.



O QUE VOU APRENDER?

Distinguir os modelos (autogénico e endossimbiótico) que explicam a génese das células eucarióticas.



COMO VOU APRENDER?

GTA 24: Dos procariontes aos eucariontes - parte 1

GTA 25: Dos procariontes aos eucariontes - parte 2

GTA 26: Aplica e pratica – origem das células eucarióticas

Tema 3: Evolução biológica

Subtema 1: Origem das células eucarióticas



GTA 26: Aplica e pratica - origem das células eucarióticas

Objetivos:

- Distinguir os modelos autogénico e endossimbiótico que explicam a génese de células eucarióticas.
- Reconhecer evidências que apoiam cada um dos modelos.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

Recursos e materiais: manual de Biologia, caderno diário, *internet*.

Grupo I

Os Apicomplexa são organismos microscópicos unicelulares que vivem como parasitas nas células de outros seres vivos, incluindo humanos. Dois exemplos bem conhecidos são os parasitas que causam a toxoplasmose e a malária.

Estes parasitas possuem uma estrutura muito particular: o apicoplasto. Este organelo desempenha funções importantes na sobrevivência e multiplicação do parasita dentro das células hospedeira que infeta.

Ao estudar a estrutura do apicoplasto ao microscópio, um grupo de cientistas reparou que este organelo apresentava várias semelhanças com bactérias. Propuseram então a hipótese de que o apicoplasto teria evoluído a partir de um ancestral procariótico, incorporado (fagocitado) por outra célula.

Item 1

Imagina que és um dos cientistas dessa equipa. **Seleciona** a observação que apoia a hipótese apresentada.

- (A) O apicoplasto possui ribossomas e proteínas associadas ao DNA (histonas).
- (B) O apicoplasto tem um núcleo e contém o seu próprio material genético.
- (C) O apicoplasto obtém energia de forma semelhante à das mitocôndrias.
- (D) O apicoplasto tem dupla membrana e material genético.

Item 2

Explica de que modo a descoberta do apicoplasto apoia a evolução por endossimbiose de organelos como as mitocôndrias.



Grupo II

Em 1966, o microbiologista Kwang Jeon estudava amebas (eucariontes unicelulares), quando as suas colónias foram atingidas por uma infeção bacteriana. Milhares destes minúsculos invasores, aos quais Jeon chamou bactérias-x, infiltraram-se em cada ameba, deixando-as gravemente debilitadas. Apenas algumas amebas conseguiram sobreviver a esta epidemia.

Contudo, passados alguns meses, as poucas amebas sobreviventes e a sua descendência apresentavam um aspeto surpreendentemente saudável. Teriam as amebas conseguido finalmente combater a infeção? Jeon e os seus colegas ficaram surpreendidos ao descobrir que as bactérias-x continuavam a habitar no interior das amebas, mas já não as prejudicavam. A surpresa foi ainda maior quando Jeon usou antibióticos para eliminar as bactérias de uma das amebas e a própria ameba também morreu. As amebas já não conseguiam viver sem os seus antigos parasitas. Jeon descobriu que tal se devia ao facto de as bactérias produzirem uma proteína essencial à sobrevivência das amebas.

A natureza da relação entre as duas espécies tinha-se transformado completamente: de ataque para cooperação mutuamente benéfica.

Adaptado de: <https://evolution.berkeley.edu/>

Item 1

Classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações relativas ao estudo realizado por Kwang Jeon e a sua equipa.

- (A) A relação entre as amebas e as bactérias-x manteve-se sempre como uma relação de parasitismo.
- (B) A infeção das amebas por bactérias é uma evidência que apoia o modelo autogénico.
- (C) As bactérias-x que infetaram as amebas causaram inicialmente a morte da maioria das células hospedeiras.
- (D) Com o tempo, as amebas e as bactérias-x estabeleceram uma relação de interdependência.
- (E) Os investigadores descobriram que as amebas passaram a sintetizar uma proteína essencial às bactérias-x.
- (F) Após alguns meses, as amebas sobreviventes conseguiram eliminar completamente as bactérias-x do seu interior.

Item 2

Antibióticos como o cloranfenicol e a estreptomicina inibem a síntese proteica nas bactérias, mas não interferem na síntese de proteínas que ocorre no citoplasma das células eucarióticas. Podem, contudo, afetar a síntese proteica que ocorre nas mitocôndrias.

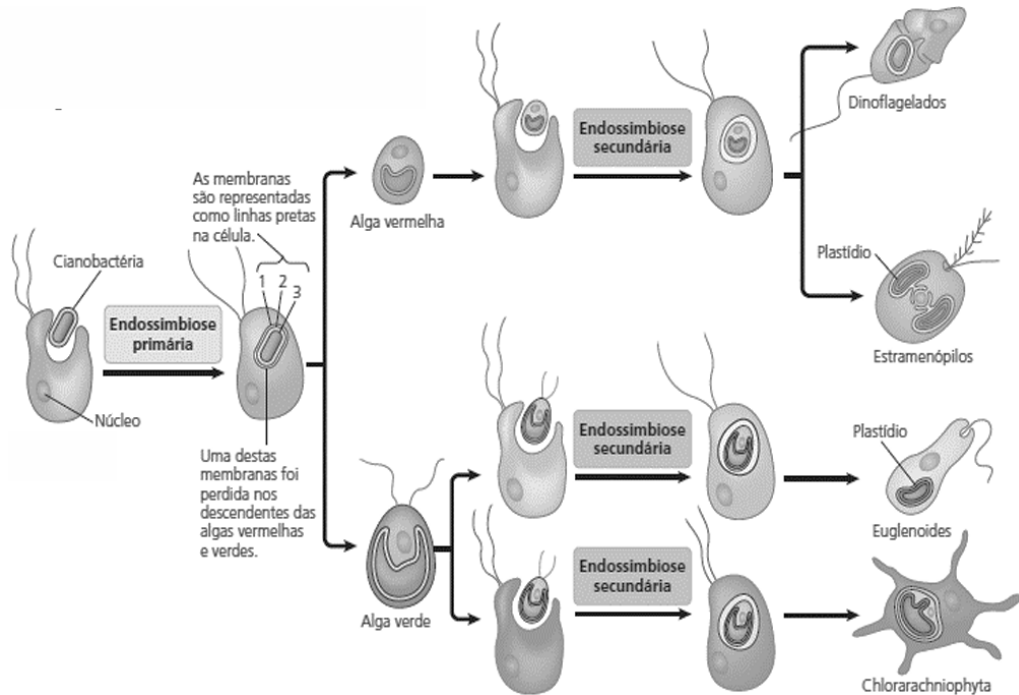
Explica por que razão estes factos são considerados um argumento a favor do modelo endossimbiótico.



Grupo III

Vários estudos realizados sobre eucariontes que apresentam plastídios (organelos especializados onde ocorre a fotossíntese, como os cloroplastos) sugerem que estes organismos terão evoluído a partir de um processo de fagocitose de uma cianobactéria por um eucarionte ancestral heterotrófico (endossimbiose primária). Esse ancestral terá dado origem às algas vermelhas e verdes, algumas das quais foram posteriormente fagocitadas por outros eucariontes (endossimbiose secundária).

O esquema da Figura 1 ilustra os processos de endossimbiose que terão originado a diversidade de plastídios, a partir de um eucarionte.



B Baseado: Biologia de Campbell, 10th ed, Artmed, Porto Alegre, (2015). Cap. 28.

Figura 1 – Diversidade de plastídios originados por endossimbiose a partir de um eucarionte.

Item 1

Seleciona a opção correta.

- (A) O esquema da Figura 1 sugere que os plastídios evoluíram a partir de um eucarionte ancestral heterotrófico que foi fagocitado por uma alga vermelha durante um processo de endossimbiose secundária.
- (B) Os dinoflagelados resultam de um processo de evolução por fusão híbrida com um euglenóide.
- (C) As cianobactérias possuem duas membranas, uma interna e outra externa, e os plastídios das algas vermelhas e das algas verdes também têm duas membranas.
- (D) As proteínas presentes na membrana dos plastídios deverão ser diferentes das proteínas presentes na membrana interna e externa das cianobactérias devido aos processos de endossimbiose secundários que provocaram o desaparecimento das membranas ancestrais.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia, 2022, 16/03/2022, Ordem dos Biólogos.



Item 2

As evidências mostram que os procariontes aeróbios que originaram as mitocôndrias terão sido incorporados antes de ter ocorrido a associação com os procariontes fotossintéticos que deram origem aos cloroplastos.

Justifica esta afirmação com base numa evidência.

Grupo IV

Os eucariontes distinguem-se dos procariontes por apresentarem diversos processos celulares compartimentados no interior de estruturas envolvidas por membranas.

A origem de estruturas, como o invólucro nuclear e as mitocôndrias, tem sido amplamente debatida, tendo sido propostas várias hipóteses para a explicar.

Considera os seguintes factos:

- as mitocôndrias possuem DNA circular;
- existe continuidade morfológica e funcional entre a membrana plasmática e o invólucro nuclear.

Explica de que modo estes factos podem constituir argumentos:

- a favor do modelo autogénico;
- contra o modelo autogénico.

Adaptado de: IAVE (2015). *Biologia e Geologia - Vol. II – Biologia: Questões de Exames Nacionais e de Testes Intermédios dos 10.º e 11.º Anos, 2006-2014.*



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

Grupo I

Item 1

O facto de o apicoplasto ter **dupla membrana** e apresentar o seu próprio **material genético** são características que apoiam a hipótese de que este organelo terá evoluído a partir de uma bactéria fagocitada por outra célula.

Os procariontes não têm histonas nem núcleo.

O facto de obter energia de uma forma semelhante à das mitocôndrias não significa que tenha evoluído a partir de uma bactéria simbiótica. O modelo endossimbiótico baseia-se, principalmente, em evidências estruturais e genéticas.

Resposta: opção (D).

Item 2

A hipótese proposta pelos cientistas para o apicoplasto segue o mesmo padrão evolutivo proposto para as mitocôndrias pelo modelo endossimbiótico:

- Um procarionte é fagocitado por uma célula hospedeira.
- O organismo incorporado não é destruído, estabelecendo uma relação simbiótica mutuamente benéfica com a célula hospedeira.
- Ao longo do tempo, o organismo incorporado perde a capacidade de vida independente, tornando-se um organelo especializado.

Grupo II

Item 1

(A) A afirmação é **falsa**. A relação evoluiu de parasitismo inicial (as bactérias prejudicavam as amebas) para mutualismo (cooperação mutuamente benéfica).

(B) A afirmação é **falsa**. Esta experiência apoia o modelo endossimbiótico, não o autogénico. O modelo autogénico propõe que os organelos surgiram por invaginação da membrana celular, não por incorporação de organismos externos.

(C) A afirmação é **verdadeira**. O texto refere que as bactérias deixaram as amebas "gravemente debilitadas" e que "apenas algumas amebas conseguiram sobreviver a esta epidemia".

(D) A afirmação é **verdadeira**. As amebas passaram a depender das bactérias para sobreviver (morriam quando tratadas com antibióticos) e as bactérias encontraram um ambiente estável para viver.

(E) A afirmação é **falsa**. As bactérias é que passaram a produzir uma proteína essencial à sobrevivência das amebas.

(F) A afirmação é **falsa**. As bactérias-x continuaram a habitar no interior das amebas, mas já não as prejudicavam. A relação tornou-se mutuamente benéfica.



Item 4

Os antibióticos cloranfenicol e estreptomicina afetam especificamente os ribossomas bacterianos (70S). O facto de também inibirem a síntese proteica nas mitocôndrias, mas não no citoplasma eucariótico, revela que:

- as mitocôndrias possuem ribossomas do tipo bacteriano (70S);
- o mecanismo de síntese proteica mitocondrial é semelhante ao bacteriano.

A semelhança entre as mitocôndrias e os ribossomas bacterianos sugere uma origem externa, apoiando a ideia de que as mitocôndrias descendem de bactérias incorporadas por uma célula hospedeira ancestral.

Esta conservação de características bacterianas pelas mitocôndrias, após milhões de anos de evolução, constitui uma forte evidência a favor da teoria endossimbiótica.

Grupo III

Item 1

A figura mostra que os plastídios evoluíram a partir de um eucarionte ancestral heterotrófico que fagocitou uma cianobactéria (endossimbiose primária), não uma alga vermelha. As algas vermelhas e verdes resultaram da diversificação após a endossimbiose primária.

Os dinoflagelados não resultaram de uma fusão híbrida com euglenoides. De acordo com a Figura 1, resultaram de um processo de endossimbiose secundária, quando um eucarionte fagocitou uma alga vermelha.

A Figura 1 mostra que tanto as cianobactérias como os plastídeos das algas vermelhas e verdes possuem duas membranas. Quando a cianobactéria foi fagocitada por um eucarionte ancestral heterotrófico (endossimbiose primária), adquiriu uma terceira membrana de origem eucariótica (a vesícula de fagocitose). No entanto, de acordo com a legenda da figura, essa membrana foi perdida durante o processo de evolução, resultando em plastídeos com duas membranas nas algas verdes e vermelhas.

As proteínas da membrana dos plastídios não devem ser diferentes devido ao desaparecimento das membranas ancestrais. Na verdade, tal como se pode observar na figura, as membranas ancestrais mantiveram-se, e a endossimbiose secundária veio adicionar membranas extra (como se vê no caso dos dinoflagelados e dos euglenoides).

Resposta: opção (C).

Item 2

Verifica-se que todos os eucariontes possuem mitocôndrias, enquanto os cloroplastos estão presentes apenas em alguns grupos (plantas, algas e alguns protistas).

Este facto, aliado a outras evidências, indica que a incorporação de procariontes aeróbios terá ocorrido numa fase inicial da evolução das células eucarióticas, dando origem às mitocôndrias, presentes em todos os eucariontes.

A integração de procariontes fotossintéticos terá acontecido numa fase posterior da evolução, num ramo específico dos eucariontes ancestrais, razão pela qual os cloroplastos não se encontram em todos os grupos de eucariontes.



Grupo IV

De acordo com o modelo autogénico, os organelos membranares resultaram da reorganização de um sistema de membranas existentes no ancestral comum aos eucariontes.

Este modelo não justifica a presença de DNA com características semelhantes às dos procariontes nos organelos citoplasmáticos das células eucarióticas, como as mitocôndrias, constituindo este facto um argumento contra a hipótese autogénica.

A existência de continuidade morfológica e funcional entre a membrana plasmática e o invólucro nuclear pode ser explicada pela invaginação da membrana plasmática de um ancestral comum aos eucariontes, sendo esse facto um argumento a favor do modelo autogénico.



O QUE APRENDI?

Já és **capaz** de...

- distinguir os modelos autogénico e endossimbiótico que explicam a génese de células eucarióticas?
- reconhecer evidências que apoiam cada um dos modelos?

Conseguiste realizar os itens propostos neste guião? Ainda **tens** dúvidas?

Sugestões:

Estuda com um colega, partilhando dúvidas e aprendizagens.

Resolve, no caderno, os exercícios do manual.

Volta a **resolver** os itens propostos neste guião.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Nesta videoaula podes **rever** os modelos propostos para a origem das células eucarióticas.

[Dos procarióticos aos eucarióticos | Estudo Autónomo](#)



Um animal que faz fotossíntese? É possível? **Descobre** como vendo o vídeo.

[These animals are also plants ... wait, what? - Luka Seamus | TED-Ed](#)

