

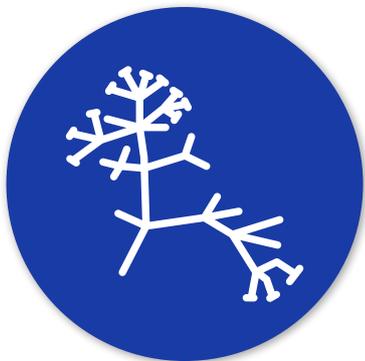


2020 - 2022



# EVOLUÇÃO





# EVOLUÇÃO

Como surgiram os seres vivos? Como o processo evolutivo acontece? Essas são as perguntas que serão respondidas ao estudar os conteúdos de evolução!

**Esta subárea é composta pelos módulos:**

- 1. Origem da Vida**
- 2. Paleontologia: História da Vida na Terra**
- 3. Evidências e Teorias Evolutivas**
- 4. Mecanismos de Especiação**
- 5. Evolução dos Primatas e Humana**
- 6. Equilíbrio de Hardy-Weinberg**



# ORIGEM DA VIDA

De acordo com os mais modernos estudos, a hipótese do Big Bang nos diz que o início dos tempos remotos foi há aproximadamente 13,7 bilhões de anos, com uma imensa explosão cósmica. Imediatamente após essa explosão, conforme a temperatura diminuía, as partículas foram se formando e agrupando-se, dando origem aos elementos químicos que por sua vez formaram as galáxias. Entre elas formou-se a Via Láctea, onde se inclui a Terra que, de acordo com os estudos, tem aproximadamente 4,5 bilhões de anos.

Por atração gravitacional, gases como hélio e hidrogênio constituíram uma atmosfera primitiva que foi substituída por outra formada de amônia, metano, vapor d'água e hidrogênio, liberados do interior do planeta. Nesse período a Terra era uma bola incandescente e não havia material sólido.

A crosta terrestre começou a formar-se através de uma fina camada de material sólido, após 700 milhões de anos. Do interior da Terra, a água era expelida em jatos que se condensavam caindo em forma de chuva. Dezenas de milhões de anos depois, o resfriamento da crosta permitiu que a água se acumulasse em depressões, formando os primeiros lagos, mares e oceanos.

E a vida, como surgiu em nosso planeta? Uma característica do ser humano é a sua curiosidade. É com ela que se iniciam as grandes descobertas nas várias áreas do saber e também se relaciona com a procura de soluções para os problemas pelos quais o homem passa no seu cotidiano. Talvez a maior de todas as curiosidades do ser humano seja a de como surgiu a vida no planeta Terra, de como surgiu o primeiro ser vivo e qual a origem da própria espécie humana.

Para responder a essa questão, a humanidade tem levantado, ao longo dos tempos, várias teorias e hipóteses, algumas com embasamento científico e outras não.

## TEORIAS DA ORIGEM DA VIDA

### Teoria Fixista ou da Criação Especial

Ela acompanha a narração do Velho Testamento bíblico, inserida no Gênesis, no qual a Terra e tudo o que nela existe procede da criação divina. Denomina-se Fixismo porque admite que as espécies são imutáveis através dos tempos, ou seja, são fixas, não se modificando através dos milhões de anos que se sucederam ao seu aparecimento neste planeta.



## Teoria Cosmogênica, Cosmozoica ou da Panspermia Cósmica

Anaxágoras, criador desta teoria, disse: “a vida é formada a partir de genes etéreos dispersos por todo o Universo, que aguardam o instante propício para o seu completo desenvolvimento”. O físico-químico Arrhenius foi um de seus grandes defensores. Em outras palavras, a vida procederia de outros planetas, situados ou não no sistema solar, que teria chegado aqui através de meteoros, meteoritos, etc.

## Hipótese da Geração Espontânea ou Abiogênese

As primeiras ideias sobre a origem da vida propõem seu surgimento por geração espontânea. Isso significa que a vida teria surgido a partir de matéria bruta ou inanimada. Algumas observações, sem metodologia científica, reforçam esta ideia:

- ▶ aparecimento de larvas de insetos sobre lixo em decomposição: acreditava-se que o lixo gerava as moscas; surgimento de girinos em poças de água, de um dia para outro: acreditava-se que os girinos “brotavam” da lama da poça d’água.

Até no final da Idade Média, cientistas como Willian Harvey, René Descartes, Aristóteles e Isaac Newton aceitavam a geração espontânea. Jean Baptiste Van Helmont, médico de Bruxelas, no final do século XVI, chegou a elaborar uma receita para obtenção de ratos a partir do trigo:



“Receita” de Van Helmont para surgir ratos

Helmont afirma que era possível o surgimento de ratos espontaneamente, em 21 dias, a partir de grãos de trigo e uma camisa suja com suor humano, que deveriam ser deixados num local escuro. Após três semanas apareceriam os ratos a partir dos grãos de trigo, sendo o suor humano o princípio ativador dessa transformação.

O que possibilitava a um material ter capacidade de dar origem à vida, era um “princípio ativo”. Na experiência de Helmont, o “princípio ativo” estaria presente no suor humano.

## Teoria da Biogênese

A hipótese de geração espontânea ou abiogênese que surgiu na época de Aristóteles perdurou até a metade do século XVII, quando cientistas como Francesco Redi e Louis Pasteur montaram experimentos que demonstraram que uma forma de vida só pode surgir de um ser vivo preexistente.

Os experimentos de Redi e Pasteur consolidaram a Biogênese, que admite que uma forma de vida só pode surgir de uma forma de vida preexistente, mas não explicaram e até hoje não temos explicação convincente, ou talvez nunca a teremos, de como surgiu a vida neste planeta!



## Experiência de Redi

Em 1668, Francesco Redi, médico italiano, elaborou experiências para testar a hipótese da biogênese, contrária à hipótese da geração espontânea.

Redi colocou, dentro de frascos, pedaços de carne, dividindo os frascos em dois grupos: um grupo de frascos ficou tampado com uma gaze, e no outro grupo, os frascos ficaram abertos.

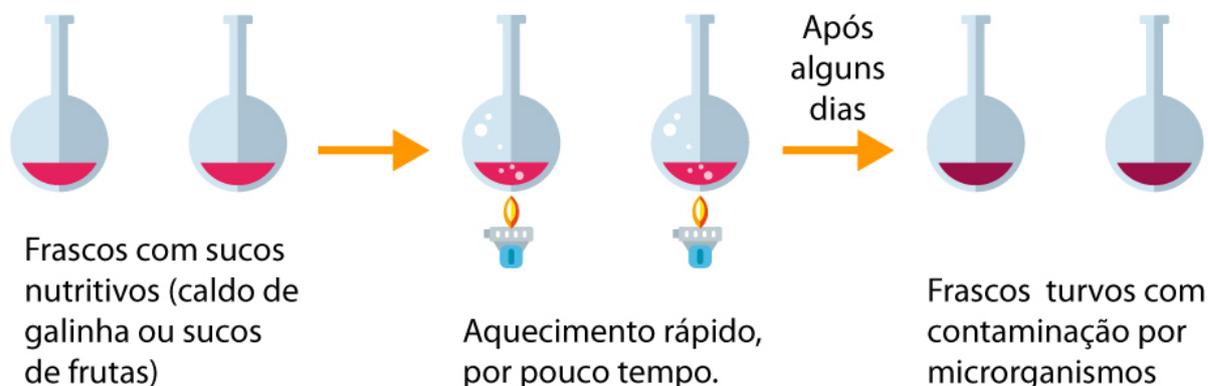


A hipótese testada era a de que se a partir da carne surgiam larvas (vermes) por geração espontânea, então deveriam surgir larvas (vermes) nos dois grupos de frascos. As observações do experimento mostraram que moscas visitavam a carne dos frascos abertos e não podiam entrar em frascos cobertos com gaze. Depois de muitos dias surgiram larvas apenas nos frascos abertos, expostos às moscas.

## As Ideias de Needham e Spallanzani

Na metade do século XVIII, estes dois cientistas tinham idéias diferentes sobre a origem da vida, e elaboraram experiências para comprovar suas ideias:

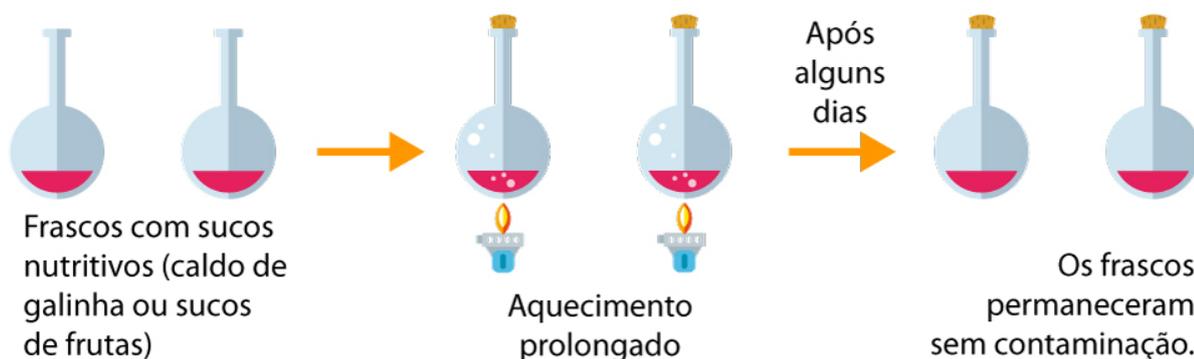
**Needham (1745):** ideias favoráveis à geração espontânea



Podemos notar pelos conhecimentos sobre reprodução e crescimento de microrganismos que as observações e conclusões de Needham foram inadequadas, pois não existiam “frascos controle” da experiência e todos eles ficaram expostos ao ar.



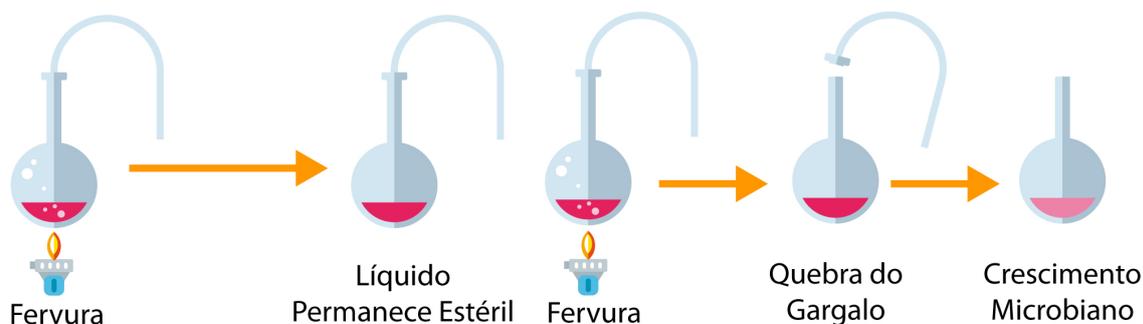
**Spallanzani (1768):** ideias favoráveis à biogênese.



Spallanzani dizia que Needham, com seu procedimento havia permitido a permanência de microrganismos que naturalmente estavam contaminando o meio de cultura que estava dentro dos frascos. Needham dizia que Spallanzani teria provocado a destruição do “princípio ativo” do caldo nutritivo com o aquecimento prolongado dos frascos que continham o meio de cultura, e estes então não poderiam originar vida. E ainda nessa época a teoria da geração espontânea continuou com muitos adeptos.

### A Experiência de Louis Pasteur

Pasteur, cientista francês, em 1860 acabou definitivamente com a teoria da geração espontânea, ou abiogênese, por meio da experiência com frasco pescoço de cisne, esquematizada a seguir:



#### Experiência de Redi

Pasteur colocou caldo de carne em um balão de vidro com um longo gargalo, submetendo-o a um aquecimento prolongado seguido de um lento resfriamento (pasteurização). O caldo nutritivo ficou completamente esterilizado.

A seguir, aqueceu os gargalos, retorcendo-os em forma de “s” criando os balões “pescoço de cisne”. Pasteur não tampou os frascos, permitindo o contato com o ar. Este procedimento visava derrubar o argumento de Needhan da falta de condições para a penetração do “princípio ativo”.

No entanto, o líquido permaneceu estéril por meses. As curvas do pescoço do frasco funcionaram como uma espécie de “filtro”, impedindo a penetração de microrganismos que pudessem contaminar o caldo.



O frasco contendo o líquido foi apresentado na Academia de Ciência em Paris. Pasteur, perante a elite científica da época, não titubeou em afirmar: “A doutrina da geração espontânea jamais se reerguerá do golpe mortal que acaba de receber com esta simples experiência”.

Realmente, a partir daí, a Abiogênese caiu em descrédito completo, triunfando definitivamente a Biogênese, já defendida por Redi e Spallanzani. A consolidação da Teoria da Biogênese não trouxe acomodação aos cientistas, mas, sim, uma série de novas perguntas sem respostas aparentes.

Apesar da experiência de Pasteur derrubar definitivamente a teoria da abiogênese, ela não responde à pergunta de como surgiu a vida.

## HIPÓTESE HETEROTRÓFICA OU DOS COACERVADOS DE OPARIN

A Terra se apresentou como um planeta consolidado há aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Mas a vida só apareceu há talvez um bilhão de anos, quando as temperaturas baixaram bastante. Alexander Oparin, cientista russo, propôs que, ao considerar a origem da vida, devemos estudar as condições existentes na Terra antes do seu aparecimento. Suas idéias podem ser resumidas da seguinte forma:

- ▶ A Terra tem aproximadamente 4 a 5 bilhões de anos.
- ▶ Após um intenso superaquecimento, teve início o resfriamento de sua crosta, fenômeno que permitiu a formação de muitos compostos em sua superfície.
- ▶ Houve, então, a solidificação da superfície, à exceção das regiões vulcânicas que persistiam em atividade, lançando na atmosfera grandes quantidades de gases que, por ação da força de gravidade do planeta, permaneceram em torno de sua superfície formando a atmosfera primitiva da Terra.
- ▶ Essa atmosfera continha, provavelmente: metano ( $\text{CH}_4$ ), vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e, muito provavelmente,  $\text{CO}_2$ .
- ▶ Houve a formação de aminoácidos na atmosfera a partir desses gases por ação de centelhas elétricas e radiações ultravioletas.
- ▶ Havia acúmulo de vapor de água na atmosfera pela atividade vulcânica, disso decorrendo as chuvas que levavam os aminoácidos





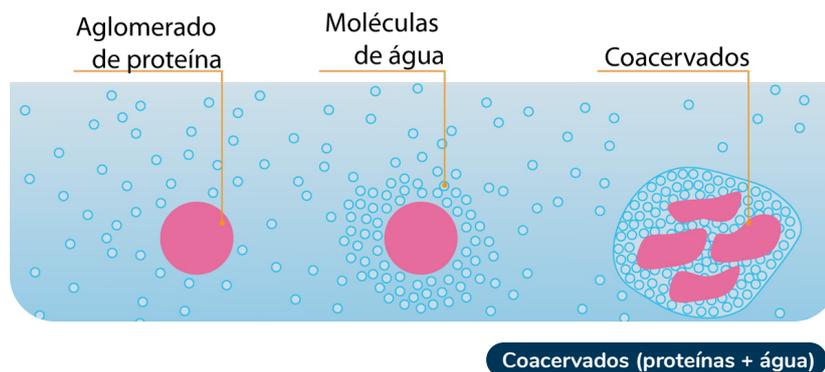
para o solo quente. O calor do solo faria com que os aminoácidos reagissem entre si, formando proteínas que se depositariam nas águas aquecidas dos mares primitivos.

$\text{NH}_3, \text{CH}_4, \text{H}_2, \text{H}_2\text{O}(\text{vapor})$

Descargas elétricas  
Radiações solares UV

→ aminoácidos

► As proteínas da sopa orgânica lentamente iniciaram um processo de atração (coacervação), que resultou na formação de aglomerados proteicos, ou grumos, circundados por uma película líquida. Esses aglomerados Oparin chamou de coacervados.



- Aparecimento dos ácidos nucleicos, nucleoproteínas e protogenes (DNA).
- Associação dos protogenes em cromossomos primitivos, nos coacervados, surgindo as protocélulas.
- Os primeiros sistemas vivos eram heterótrofos e anaeróbios. Surgiram depois os seres autótrofos e, mais tarde, os de respiração aeróbia.
- A reunião de unicelulares em colônias permitindo o aparecimento dos seres pluricelulares.

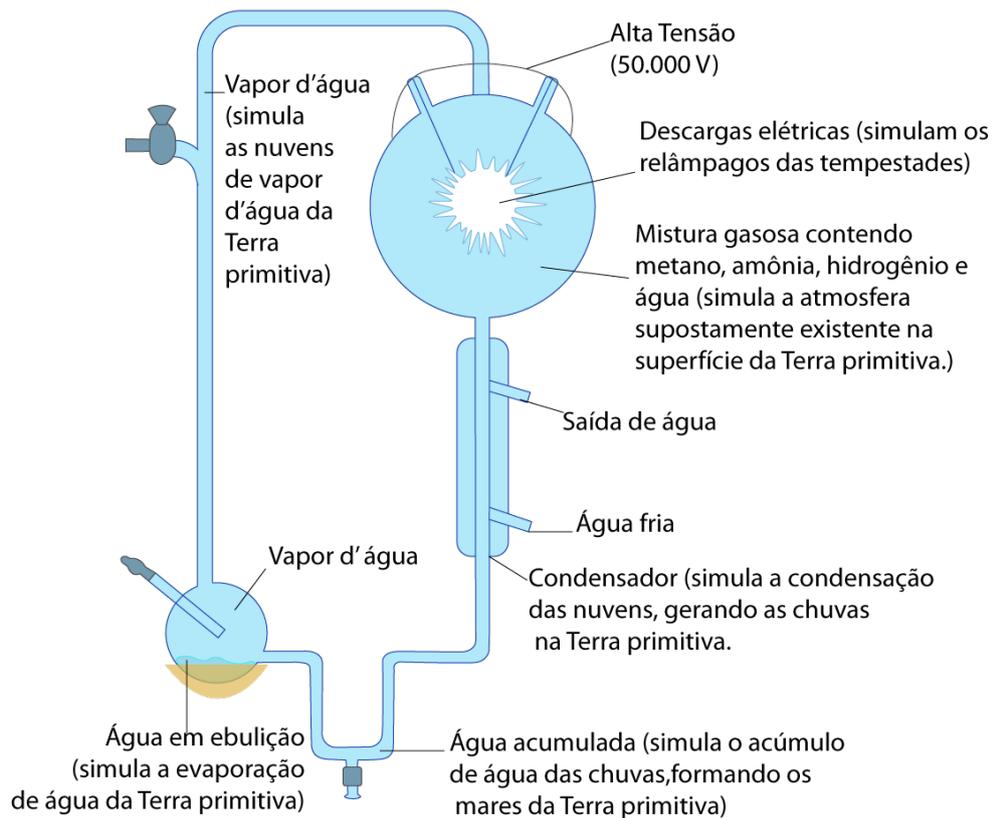
## Hipótese Autotrófica x Heterotrófica

A hipótese autotrófica presume que a primeira forma de vida já tivesse a capacidade de se nutrir de forma autotrófica; entretanto, há uma crítica séria que deve ser feita: todas as reações químicas relacionadas com a síntese de alimento são muito complexas, exigindo do organismo uma estrutura também complexa. Se os organismos primitivos fossem capazes de sintetizar seu alimento, isso iria de encontro às ideias da espontânea, onde organismos complexos pudessem surgir repentinamente de matéria bruta e que esse processo contínuo pudesse ocorrer todos os dias.

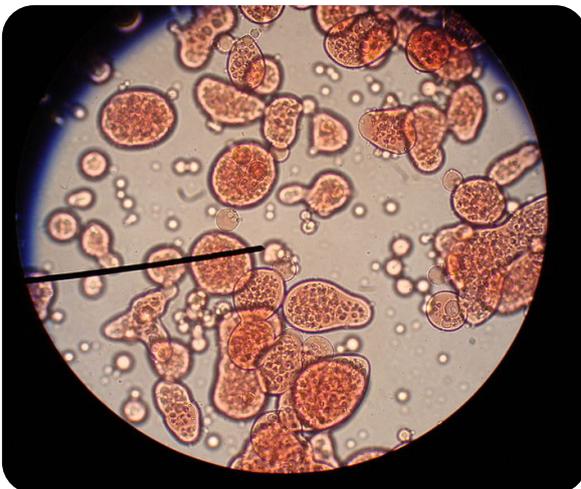
Em contraposição, a hipótese heterotrófica supõe que um organismo muito simples tenha evoluído vagarosamente a partir da matéria bruta e que isso ocorreu há bilhões de anos atrás, sob condições muito especiais.

## PROVA EXPERIMENTAL DA TEORIA DE OPARIN

Em 1954, na Universidade de Chicago, Stanley Miller e Harold Urey executaram uma pesquisa em laboratório, colocando num balão de vidro uma mistura de metano, amônia, hidrogênio e vapor de água. O conjunto foi submetido a alta temperatura e os gases eram varridos por uma centelha elétrica constante. Ao fim de muitas horas, recolheram gotículas de água que se acumularam na face interna do balão de vidro e nelas observaram a presença de aminoácidos. O resultado foi positivo, provando experimentalmente a teoria de Oparin.



Experimento de Miller – Urey



Coacervados produzidos em laboratório, observados ao microscópio óptico.

### Hipótese Endossimbiótica: Dos procariontes aos eucariontes

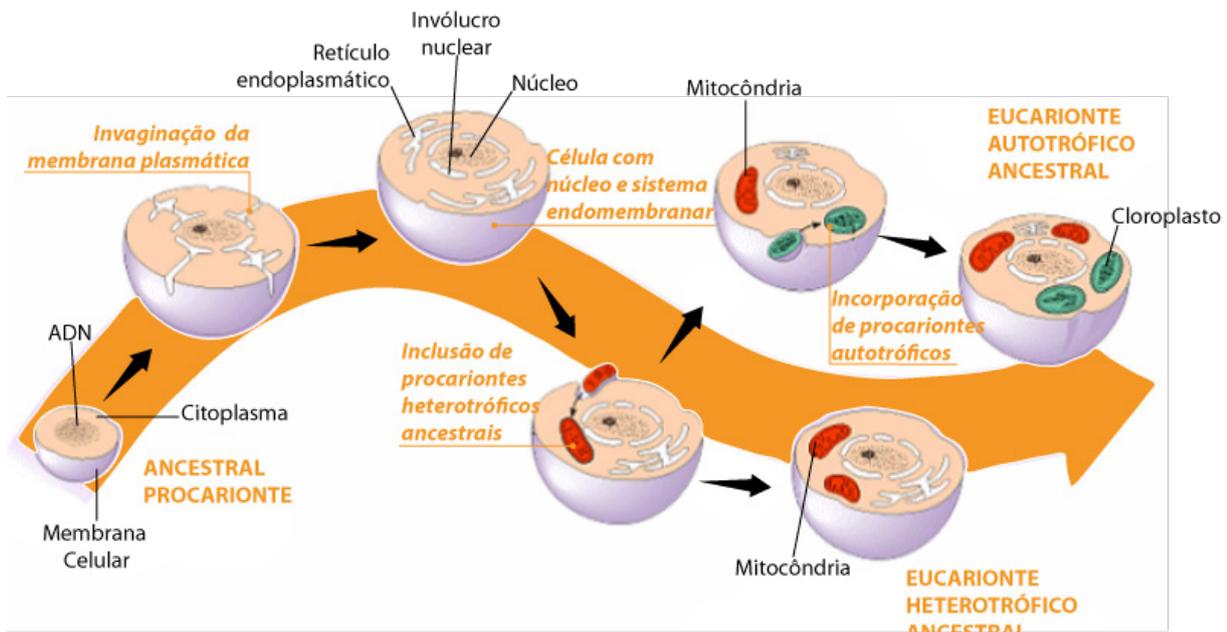
Segundo essa hipótese, as células eucarióticas iniciaram sua existência estabelecendo uma relação endossimbiótica com uma bactéria responsável pelo sistema de fosforilação oxidativa. Ela seria uma bactéria púrpura fotossintetizante que teria perdido a capacidade fotossintética, se especializando na cadeia respiratória.

Durante a evolução eucariótica, ocorreu uma grande transferência de genes



das mitocôndrias para o núcleo celular, com o objetivo de favorecer a mitocôndria na execução de uma única função principal: o fornecimento energético. Isso explica a importação de proteínas citoplasmáticas e a existência de algumas sequências não codificantes no DNA nuclear, correspondendo ao DNA importado recentemente e sem função.

A teoria ainda abre espaço para explicar a presença de duas membranas lipídicas na organela. A membrana mitocondrial interna seria originária da membrana da bactéria endocitada, enquanto a membrana mitocondrial externa seria derivada da própria membrana celular.



Hipótese Endossimbiótica

ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---