

Origem da vida

Teoria

O surgimento e a propagação da vida na Terra têm sido alvos de estudos e dúvidas há muito tempo. Por muitos anos, a justificativa para o aparecimento dos seres vivos foi pela **abiogênese**, também conhecida como geração espontânea. De acordo com a teoria da abiogênese, os seres vivos surgiriam a partir da matéria bruta. Jan Baptista van Helmont foi um pesquisador que defendia a teoria da geração espontânea, seguindo a teoria de Aristóteles, que dizia que a matéria bruta apresentava um “princípio ativo”, que poderia dar origem aos seres vivos.

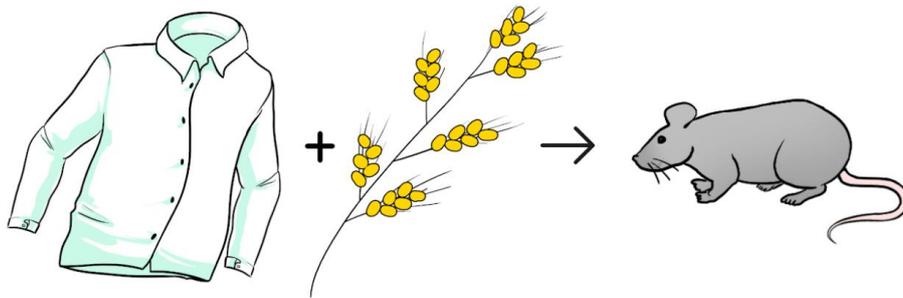


Imagem representando o que pesquisadores antigos usavam para explicar a hipótese da origem abiogênica da vida, na qual combinava-se roupas sujas e trigo, fazendo surgir, por geração espontânea, ratos. Ilustração por Rebeca Khouri.

Entretanto, com o avanço científico e surgimento de novas tecnologias, tornou-se possível realizar novos experimentos, que forneceram evidências de que seres vivos só surgem pela reprodução de seres de sua própria espécie, ou seja, pela **biogênese**.

Diversos pesquisadores realizaram experimentos e tiveram dificuldades para ter suas ideias aceitas na sociedade, porém, no final, a metodologia científica se provou válida e a biogênese passou a ser reconhecida como verdadeira. Dentre os principais pesquisadores, podemos citar: Francesco Redi, um dos primeiros cientistas a tentar derrubar a teoria abiogênica, e Louis Pasteur, que comprovou, de vez, a biogênese.

- O **experimento de Redi** consistiu em uma prática simples: ele colocou um pedaço de carne dentro de diferentes frascos, abertos, fechados ou com uma gaze. Esse experimento provou que não é da carne que surgem larvas, mas sim dos ovos que as moscas colocam no alimento. Quando as moscas não chegam na carne, ela não apresenta larvas.
-

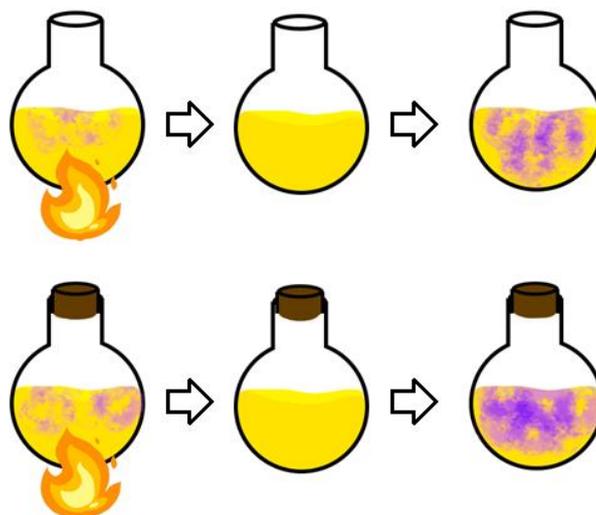


Esquema do experimento de Redi. A carne não é uma matéria que dá origem a novas formas de vida, mas sim um meio ideal para alimentação de moscas adultas, e para o desenvolvimento das larvas.

Fonte: Lume Learning. Disponível em: <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/spontaneous-generation/>. Acesso em 11/09/2021. Tradução livre por Rebeca Khouri.

Como a ideia da abiogênese era bastante difundida, foi difícil para as pessoas da época aceitarem a biogênese. Com o surgimento do microscópio, surgiu, também, a dificuldade de explicar de onde os microrganismos apareciam, o que levou, novamente, ao fortalecimento da abiogênese. Um dos responsáveis por esse retorno da abiogênese foi John Needham.

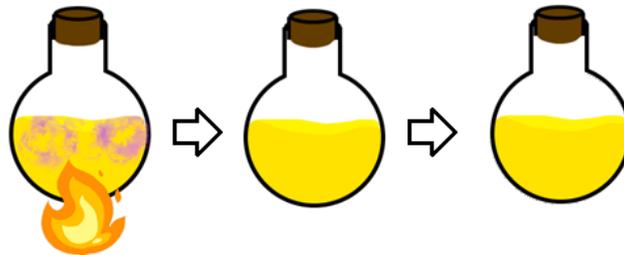
- O **experimento de Needham** consistiu na utilização de um caldo nutritivo, que o cientista colocou em frascos abertos e fechados, e no posterior aquecimento do caldo em seus respectivos frascos. Depois de um tempo, ambos os potes estavam contaminados com microrganismos. Needham disse que aquecer o caldo já seria suficiente para matar os seres vivos no frasco, então a matéria bruta, junto com nutrientes, pode apresentar uma “força vital” e originar a vida por abiogênese.



Esquema do experimento de Needham. No último momento, os dois frascos apresentavam o caldo nutritivo opaco pela presença dos microrganismos. Ilustração por Rebeca Khouri.

O pesquisador Lazzaro Spallanzani percebeu alguns erros no experimento de Needham, afinal John Needham tinha apenas aquecido o caldo nutritivo, e não fervido. Para Spallanzani, surgiam microrganismos nos dois frascos porque Needham não havia tido cuidado para esterilizar o material corretamente.

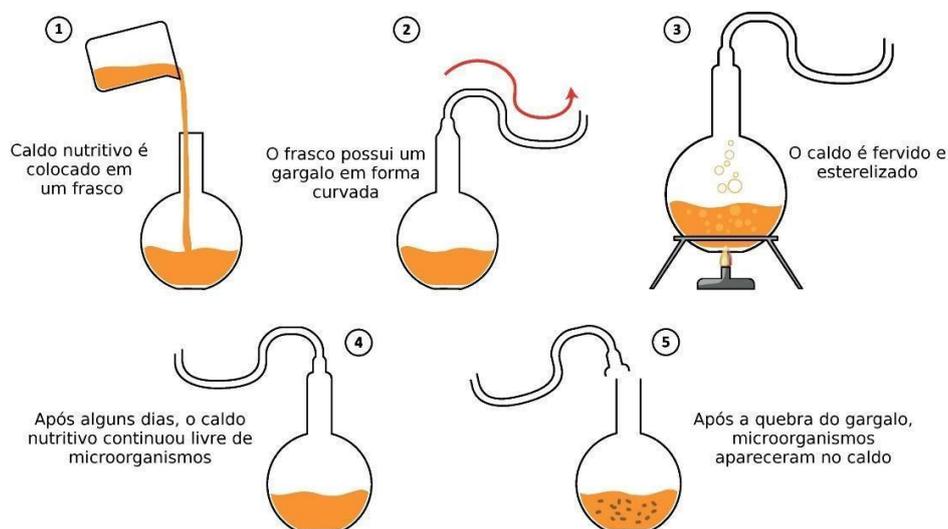
- **O experimento de Spallanzani** se deu pelo reparo do experimento de Needham, mas com algumas alterações: o caldo nutritivo foi fervido e mantido totalmente fechado durante todo o tempo. Depois disso, o frasco não apresentava desenvolvimento de microrganismos. Needham rebatia o experimento de Spallanzani, dizendo que ferver o caldo nutritivo destruía a “força vital” dos nutrientes.



Esquema do experimento de Spallanzani, no qual, após a fervura do caldo, não se desenvolviam microrganismos. Ilustração por Rebeca Khouri.

Apesar de o experimento de Spallanzani ter corroborado a biogênese, a discussão com Needham gerava dúvidas entre outros cientistas, e junto com o conhecimento científico da época, a abiogênese se manteve como verdade. Apenas quando Louis Pasteur realizou seu experimento, a biogênese passou a ser aceita como verdade.

- **O experimento de Pasteur** consistiu na utilização de um frasco do tipo “pescoço de cisne” para dar mais força à hipótese da biogênese. Para provar de vez a teoria biogênica da origem da vida, Pasteur colocou dentro de um frasco de gargalo contorcido um caldo nutritivo e depois o ferveu, com o objetivo de eliminar os microrganismos.



Esquema e etapas do experimento de Pasteur.

Fonte: ChristoLopez / Shutterstock.com [adaptado]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/evolucao/abiogenese-biogenese/>. Acesso em 18/03/2022.

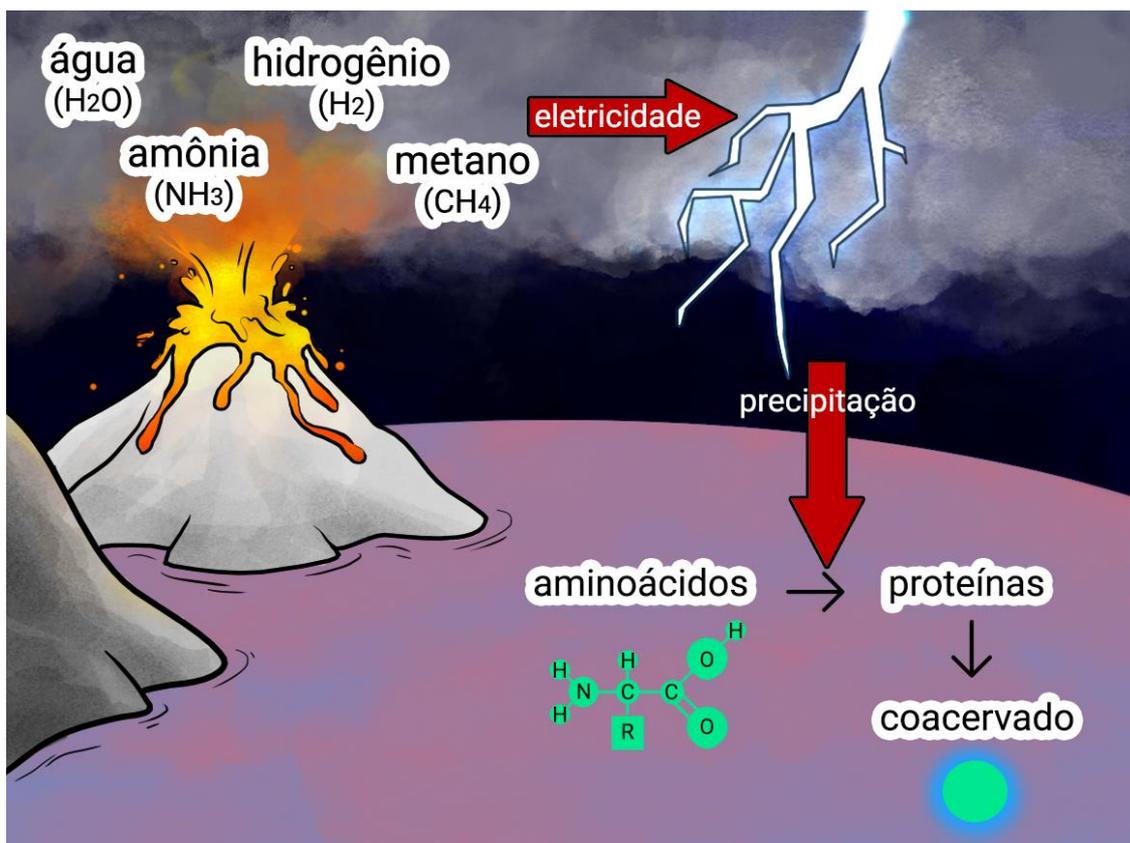
O frasco apresentava uma torção que impedia que microrganismos caíssem no caldo. Após a fervura, com o pescoço de cisne íntegro, não houve contaminação do caldo. Entretanto, após a quebra do gargalo, houve

contaminação e proliferação dos microrganismos. Isso provou que os seres são oriundos de outros seres preexistentes, refutando a ideia de que haveria uma “força vital” no ar, e reforçando a hipótese da biogênese.

Após entender que a vida surge a partir de outros seres vivos, através da reprodução, começaram as hipóteses e experimentos para tentar explicar como surgiu o primeiro ser vivo.

Pela hipótese heterotrófica, os primeiros seres vivos seriam muito simples e não possuiriam a capacidade de produzir seu alimento, se alimentando de substâncias presentes no meio. Acredita-se que esses seres extraíam energia das moléculas orgânicas, por meio de mecanismos mais simples, como a fermentação, já que não havia oxigênio disponível na atmosfera. Oparin foi um dos principais pesquisadores a defender esta hipótese.

- **Teoria de Oparin:** as condições atmosféricas da Terra eram diferentes das atuais. Aleksandr Oparin, a partir dessas informações, formulou a hipótese de que com a variação de temperatura, a condensação de água e as descargas elétricas, formaram-se moléculas orgânicas, como aminoácidos, que se uniam e formavam moléculas complexas, como as proteínas. A associação dessas proteínas com as moléculas de água formou os coacervados. Esta parte da teoria é conhecida como **teoria molecular**.

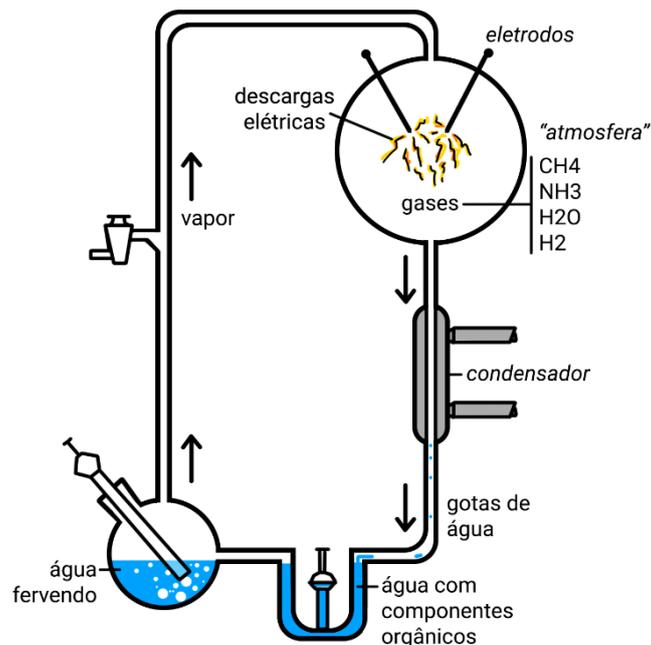


Terra primitiva e moléculas presentes no ambiente (água, hidrogênio, amônia e metano). Após muitos anos, teriam se formado os coacervados nos mares primitivos. Ilustração por Rebeca Khouri.

Os coacervados ficariam isolados do meio ambiente, devido a uma película de água que se forma como uma membrana, protegendo as proteínas no seu interior. No momento em que os isolados moleculares adquiriram

a capacidade de crescer e se reproduzir, houve a possibilidade de surgimento de um ser vivo. Este ser vivo seria **unicelular, procarionte, anaeróbio, heterotrófico e fermentador**.

- **Experimento de Miller e Urey:** estes experimentos foram feitos para corroborar a hipótese de Oparin, nos quais os pesquisadores criaram um ambiente com gases semelhantes à Terra primitiva e, a partir de descargas elétricas, aminoácidos foram formados.



Esquema do experimento de Miller e Urey. Ilustração por Rebeca Khouri.

- **Hipótese autotrófica:** nesta hipótese, os primeiros seres vivos eram quimiolitotróficos (produziam seu alimento a partir da energia liberada por reações químicas com componentes da crosta terrestre). Esses seres podiam viver em fendas vulcânicas submersas, onde ocorria liberação de gás sulfídrico (H_2S). A partir destes organismos, houve a possibilidade de conquistar novos ambientes, e, assim, teriam surgido os organismos fermentadores, depois os fotossintetizantes e, por fim, os aeróbicos.

Para **originar a célula eucarionte**, a célula procarionte sofreu diversas mudanças no decorrer de 1,5 bilhão de anos. Neste tempo, diversas modificações ocorreram, de forma a permitir uma maior eficiência à célula, como a presença de dobras internas da membrana plasmática (invaginação), que possibilitou o desenvolvimento da carioteca e de algumas organelas membranosas. A partir da fagocitose de arqueobactérias e cianobactérias, foram formadas, respectivamente, as mitocôndrias e os cloroplastos (organelas de DNA próprio), que passaram a viver em associação mutualística com a célula eucarionte – essa relação é conhecida como **teoria endossimbiótica**, desenvolvida pela cientista Lynn Margulis.

Se liga!

Sua específica é Naturezas e quer continuar treinando esse conteúdo? Clique [aqui](#), para fazer uma lista extra de exercícios.

Exercícios de fixação

1. Qual não é uma característica do primeiro ser vivo, de acordo com Oparin?
 - a) Fermentador.
 - b) Unicelular.
 - c) Heterotrófico.
 - d) Eucarionte.

 2. Qual a importância de Redi para a ciência?
 - a) Comprovou a biogênese, sem dúvidas.
 - b) Descartou a hipótese de biogênese.
 - c) Realizou experimento para corroborar a biogênese.
 - d) Era contra o evolucionismo.

 3. Como os seres vivos surgiam de acordo com a teoria da abiogênese?

 4. A partir da teoria da biogênese, como os seres vivos surgem?

 5. O que é a teoria da endossimbiose?
-

Exercícios de vestibulares



- 1.** (Enem, 2012) Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

 - a) seres vivos podem ser criados em laboratório.
 - b) a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
 - c) o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
 - d) seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
 - e) vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

 - 2.** (Enem, 2016) Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

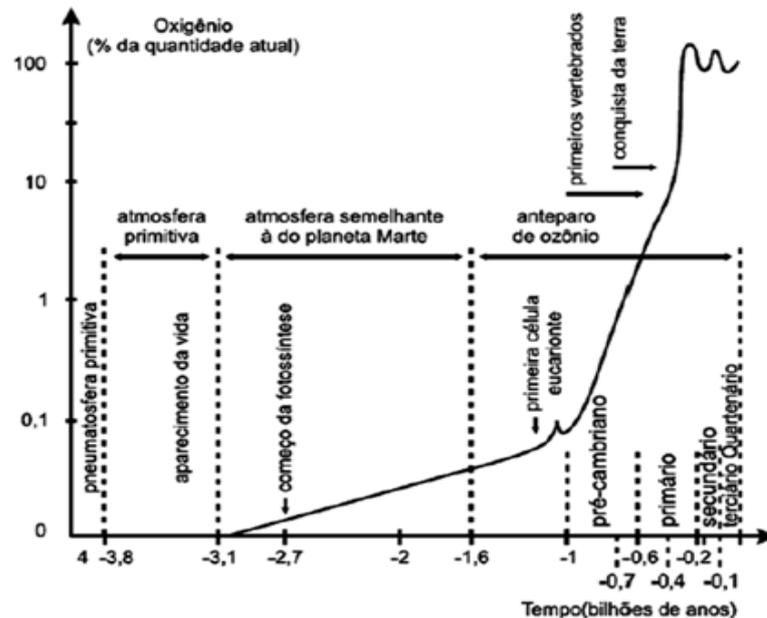
Um exemplo de tal processo é o(a)

 - a) desenvolvimento embrionário.
 - b) reprodução sexuada.
 - c) respiração aeróbica.
 - d) excreção urinária.
 - e) síntese proteica.

 - 3.** (Enem, 2004) Nas recentes expedições espaciais que chegaram ao solo de Marte, e através dos sinais fornecidos por diferentes sondas e formas de análise, vem sendo investigada a possibilidade da existência de água naquele planeta. A motivação principal dessas investigações, que ocupam frequentemente o noticiário sobre Marte, deve-se ao fato de que a presença de água indicaria, naquele planeta,

 - a) a existência de um solo rico em nutrientes e com potencial para a agricultura.
 - b) a existência de ventos, com possibilidade de erosão e formação de canais.
 - c) a possibilidade de existir ou ter existido alguma forma de vida semelhante à da Terra.
 - d) a possibilidade de extração de água visando ao seu aproveitamento futuro na Terra.
 - e) a viabilidade, em futuro próximo, do estabelecimento de colônias humanas em Marte.
-

4. (Enem, 2000) O gráfico abaixo representa a evolução da quantidade de oxigênio na atmosfera no curso dos tempos geológicos. O número 100 sugere a quantidade atual de oxigênio na atmosfera, e os demais valores indicam diferentes porcentagens dessa quantidade.



De acordo com o gráfico, é correto afirmar que

- as primeiras formas de vida surgiram na ausência de O_2 .
 - a atmosfera primitiva apresentava 1% de teor de oxigênio.
 - após o início da fotossíntese, o teor de oxigênio na atmosfera mantém-se estável.
 - desde o pré-cambriano, a atmosfera mantém os mesmos níveis de teor de oxigênio.
 - na escala evolutiva da vida, quando surgiram os anfíbios, o teor de oxigênio atmosférico já se havia estabilizado.
5. (UEL, 2007) Charles Darwin, além de postular que os organismos vivos evoluíam pela ação da seleção natural, também considerou a possibilidade de as primeiras formas de vida terem surgido em algum lago tépido do nosso Planeta. Entretanto, existem outras teorias que tentam explicar como e onde a vida surgiu. Uma delas, a panspermia, sustenta que:
- as primeiras formas de vida podem ter surgido nas regiões mais inóspitas da Terra, como as fontes hidrotermais do fundo dos oceanos;
 - compostos orgânicos simples, como os aminoácidos, podem ter sido produzidos de maneira abiótica em vários pontos do planeta Terra;
 - bactérias ancestrais podem ter surgido por toda a Terra, em função dos requisitos mínimos necessários para a sua formação e subsistência;
 - a capacidade de replicação das primeiras moléculas orgânicas foi o que permitiu que elas se difundissem pelos oceanos primitivos da Terra;
 - a vida se originou fora do planeta Terra, tendo sido trazida por meteoritos, cometas ou então pela poeira espacial.

6. (Enem, 2002) Na solução aquosa das substâncias orgânicas pré-bióticas (antes da vida), a catálise produziu a síntese de moléculas complexas de toda classe, inclusive proteínas e ácidos nucleicos. A natureza dos catalisadores primitivos que agiam antes não é conhecida. É quase certo que as argilas desempenharam papel importante: cadeias de aminoácidos podem ser produzidas no tubo de ensaio mediante a presença de certos tipos de argila. (...)

Mas o avanço verdadeiramente criativo que pode, na realidade, ter ocorrido apenas uma vez, ocorreu quando uma molécula de ácido nucleico "aprendeu" a orientar a reunião de uma proteína, que, por sua vez, ajudou a copiar o próprio ácido nucleico. Em outros termos, um ácido nucleico serviu como modelo para a reunião de uma enzima que poderia então auxiliar na produção de mais ácido nucleico. Com este desenvolvimento, apareceu o primeiro mecanismo potente de realização. A vida tinha começado.

Adaptado de: LURIA, S.E. *Vida: experiência inacabada*. Belo Horizonte: Editora Itatiaia; São Paulo: EDUSP, 1979.

Considere o esquema abaixo:



Adaptado de GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química. USP - *Interações e Transformações atmosfera: fonte de materiais extrativos e sintéticos*. São Paulo: EDUSP, 1998.

O "avanço verdadeiramente criativo" citado no texto deve ter ocorrido no período (em bilhões de anos) compreendido aproximadamente entre

- a) 5,0 e 4,5.
 - b) 4,5 e 3,5.
 - c) 3,5 e 2,0.
 - d) 2,0 e 1,5.
 - e) 1,0 e 0,5.
7. (UFG, 2007) Os raios ultravioletas, presentes na luz solar, são filtrados pelo ozônio na estratosfera. A camada de ozônio, formada há cerca de 450 milhões de anos, ocorreu por causa da evolução de organismos
- a) heterótrofos, que produziam gás carbônico como produto da respiração.
 - b) decompositores anaeróbios, que reciclavam a matéria orgânica.
 - c) eucariotos, que utilizavam matéria orgânica produzida pelos autótrofos.
 - d) procariotos, que consumiam oxigênio no processo respiratório.
 - e) autótrofos, que produziam oxigênio no processo fotossintético.

8. (IFBA, 2016) No passado, durante muito tempo, acreditou-se na teoria da geração espontânea para o surgimento da vida. Com a queda dessa teoria, surgiu a dúvida de como os seres vivos surgiram na Terra pela primeira vez. Uma das teorias aceitas atualmente é a teoria da evolução química ou molecular, segundo a qual
- a) a vida surgiu como resultado de um processo de evolução química, em que compostos inorgânicos se combinaram originando moléculas orgânicas simples, depois complexas, até originar os seres vivos.
 - b) a vida na Terra se originou de seres vivos ou substâncias precursoras de vida provenientes de outros locais do cosmo.
 - c) a vida surgiu pela evolução natural de vírus presentes desde o início do processo de formação do planeta Terra no Big Bang.
 - d) os primeiros organismos vivos originaram-se da combinação do nitrogênio gasoso presente em alta concentração na atmosfera com a sílica presente no solo.
 - e) a vida surgiu da relação simbiótica entre dois seres primitivos que compartilhavam características comuns entre si, como a ausência de parede celular e envoltório nuclear.

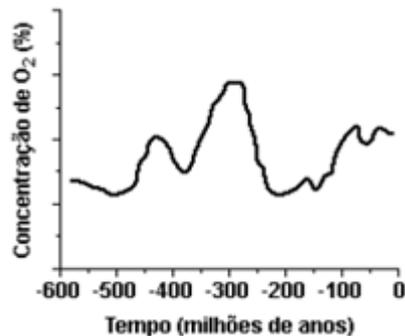
9. (UEL, 2018) A determinação de um ambiente propício à origem da vida na Terra divide as opiniões dos cientistas. Uns defendem que o surgimento da vida teria ocorrido, por exemplo, na sopa primitiva dos oceanos, em superfícies de minerais de argila, ou então em sistemas hidrotermais, solos, atmosfera, lagos e ilhas vulcânicas. Vale a ressalva de que a presença de determinados compostos químicos em meteoritos aponta ainda uma contrariedade em relação à concepção de que o universo é pobre em matéria orgânica.

(Adaptado de: FERREIRA, S; ALVES, M, I, C; SIMÕES, P. P. *Ambientes e Vida na Terra – os primeiros 4.0 Ga. Estudos do Quaternário*, 5, APEC, Porto, 2008, p. 99–116.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre teorias da origem da vida, assinale a alternativa correta.

- a) A teoria da geração espontânea, ou biogênese, por considerar a multiplicidade de formas de vida existente, defende a concepção atualmente aceita, segundo a qual seres vivos podem surgir por mecanismos que não sejam através da reprodução.
- b) Para a panspermia, a vida na Terra é resultado de processos químicos em que compostos orgânicos se combinaram formando moléculas inorgânicas complexas, as quais deram origem aos seres vivos com capacidade de reprodução.
- c) Segundo a hipótese autotrófica, os primeiros seres vivos, por serem muito simples, não teriam mecanismos celulares desenvolvidos para capacitá-los a produzir substâncias alimentares, obrigando-os a utilizar as substâncias disponíveis no meio.
- d) É preconizado pela hipótese heterotrófica que, a partir da energia consumida por reações químicas entre componentes orgânicos da crosta terrestre, os primeiros seres vivos produziam suas próprias substâncias alimentares.
- e) Para a hipótese autotrófica, com a formação da camada de ozônio na estratosfera, por consequência da presença do gás oxigênio na atmosfera terrestre, os seres vivos, antes restritos aos ambientes aquáticos, passaram a colonizar ambientes de terra firme.

10. (Enem, 2005) Pesquisas recentes estimam o seguinte perfil da concentração de oxigênio (O_2) atmosférico ao longo da história evolutiva da Terra: No período Carbonífero entre aproximadamente 350 e 300 milhões de anos, houve uma ampla ocorrência de animais gigantes, como por exemplo insetos voadores de 45 centímetros e anfíbios de até 2 metros de comprimento.



No entanto, grande parte da vida na Terra foi extinta há cerca de 250 milhões de anos, durante o período Permiano. Sabendo-se que o O_2 é um gás extremamente importante para os processos de obtenção de energia em sistemas biológicos, conclui-se que

- a) a concentração de nitrogênio atmosférico se manteve constante nos últimos 400 milhões de anos, possibilitando o surgimento de animais gigantes.
- b) a produção de energia dos organismos fotossintéticos causou a extinção em massa no período Permiano por aumentar a concentração de oxigênio atmosférico.
- c) o surgimento de animais gigantes pode ser explicado pelo aumento de concentração de oxigênio atmosférico, o que possibilitou uma maior absorção de oxigênio por esses animais.
- d) o aumento da concentração de gás carbônico (CO_2) atmosférico no período Carbonífero causou mutações que permitiram o aparecimento de animais gigantes.
- e) a redução da concentração de oxigênio atmosférico no período Permiano permitiu um aumento da biodiversidade terrestre por meio da indução de processos de obtenção de energia.