BIG BANG

A teoria do Big Bang é uma tentativa da Física de explicar as origens do Universo. De forma bastante simples, ela afirma que todo o Universo iniciou-se a partir de uma **singularidade,** que vem expandindo-se pelo menos há **13,8 bilhões de anos**. A teoria foi proposta pela primeira vez em 1920 pelo astrônomo e padre jesuíta **Georges-Henri Lemaître** (1894-1966), à qual ele se referia como a *"hipótese do átomo primordial"*. Posteriormente essa teoria foi desenvolvida pelo físico russo **George Gamov** (1904-1968). Uma de suas **principais** sugestões foi que a formação dos núcleos atômicos (nucleossíntese) nos primórdios do Universo deveria deixar como rastro uma **radiação detectável**, na faixa das micro-ondas.

CRIACIONISMO

O **Criacionismo** é a teoria ou crença religiosa na qual a humanidade, bem como toda a vida na Terra e no Universo são frutos da criação de um ser sobrenatural sem nenhuma, ou quase nenhuma matéria pré-existente, além, é claro, de que essas criações não estariam sujeitas a evoluções ou transformações.

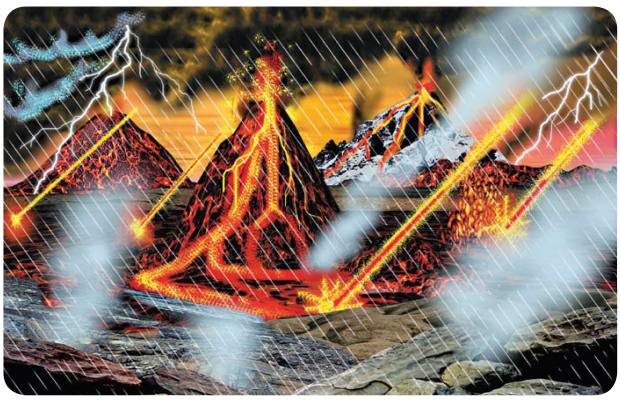
PRINCIPAIS TEORIAS

Duas teorias dominam o mundo acadêmico no que diz respeito ao surgimento da vida na Terra. Uma delas, atualmente mais aceita, é conhecida como **teoria de evolução bioquímica** e se baseia na premissa de que, em condições específicas, moléculas mais simples (inorgânicas) poderiam reagir e se agrupar, originando moléculas mais complexas (orgânicas) que, em progressão, sofreriam rearranjos para a formação de estruturas celulares. Paralelamente a esta, há a **teoria de panspermia cósmica** que oferece como explicação para o surgimento de vida em nosso planeta, não as condições existentes na própria Terra, mas em outros pontos de nosso sistema solar. Assim, moléculas complexas poderiam ter sido carregadas até aqui por asteroides e, a partir de então, teriam surgido os primeiros organismos vivos. Um grande ponto favorável a esta teoria recai sobre a detecção de moléculas orgânicas, como aminoácidos, em corpos celestes estudados fora da nossa atmosfera.

A FORMAÇÃO DA TERRA

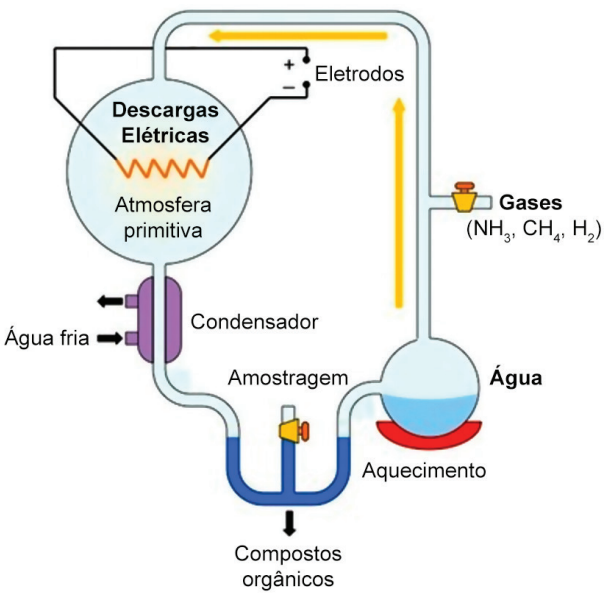
A origem da vida em nosso planeta, segundo apontam os estudos, data de aproximadamente 3 bilhões de anos atrás. Assim, considerando que a terra tenha surgido a pouco mais de 4,5 bilhões de anos, é preciso ter em mente que as condições nas quais a vida se origina são muito diferentes das condições onde ela se mantém atualmente.

Antes de qualquer coisa, é importante visualizarmos um planeta extremamente aquecido no qual a crosta terrestre ainda estava se formando gradativamente pelo seu processo de resfriamento. Com temperaturas tão altas, era praticamente impossível manter água em estado líquido, o que impossibilitaria a vida da forma que a conhecemos. Além disso, a atmosfera apresentava uma composição distinta da que temos hoje, provavelmente contendo os gases CH_4, H_2O, NH_3 E H_2. A ausência de O_2 não apenas inviabilizaria a sua utilização na produção de energia pela respiração celular aeróbica, como também impossibilitaria a formação da camada de ozônio (O_3) que nos protege da radiação ultravioleta C (UV-C), extremamente mutagênica. Por fim, a grande quantidade de meteoros que chegava à superfície da Terra também tornava este ambiente mais agressivo a qualquer ser vivo que pudesse surgir.



Se por um lado os meteoros traziam à Terra grandes impactos e poder destrutivo, por outro agregavam massa ao planeta e gotículas de água em seu interior. A quantidade de asteroides que chega ao planeta nesta época é tão grande que a água acelera o seu resfriamento enquanto evapora e se soma aos gases atmosféricos. O ciclo de evaporação e precipitação da água provoca grandes tempestades com descargas elétricas de grande potência. Neste momento começam a se formar oceanos primitivos e, com a retenção de quantidades cada vez maiores de água líquida, surge a possibilidade de vida na Terra.

Considerando estas informações, os cientistas **Miller** e **Urey** tentaram recriar, em 1953, as condições da Terra primitiva em um aparelho laboratorial de forma a testar a formação de moléculas orgânicas. Neste aparelho, esquematizado na figura a seguir, há alguns compartimentos a se destacar, cada um equivalente a um ponto crucial das condições iniciais de nosso planeta.

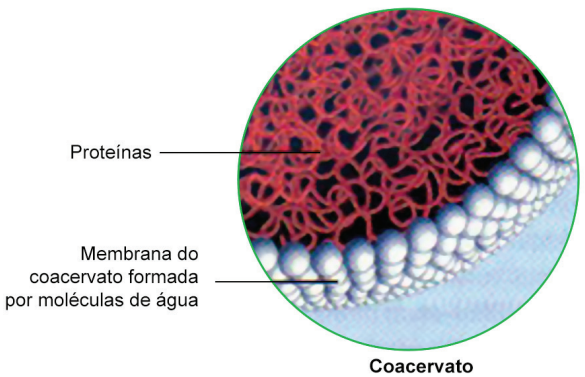


Um compartimento contendo água era constantemente aquecido de forma a simular os oceanos primitivos durante o resfriamento e formação da crosta terrestre. A água evaporada a partir deste processo seguia por um tubo no qual eram introduzidos gases (NH_3, CH_4 e H_2) que, aquele momento, eram entendidos como

componentes da atmosfera primitiva. Esta mistura de gases era submetida a um segundo compartimento que, conectado a eletrodos, possibilitava a simulação das descargas elétricas provenientes das tempestades intensas da Terra em formação. Por fim, ao passar por um tubo contendo um condensador com água fria, a mistura de gases resfriada voltada ao estado líquido onde recomeçava a trajetória. Após uma semana de funcionamento, os cientistas retiraram uma amostra do líquido obtido e nele detectaram, como esperado, matéria orgânica sob a forma de **aminoácidos**.

A repetição deste processo ao longo de bilhões de anos poderia ter levado ao aumento da complexidade dessas moléculas. Isto ainda não significaria o surgimento da vida, é claro. Afinal, a vida como conhecemos depende da individualidade, da capacidade de isolamento a partir do meio em que se insere, sem perda de comunicação com o mesmo.

Como sugerido independentemente pelos pesquisadores **Oparin** e **Haldane**, e testado posteriormente por **Fox**, o ciclo de evaporação e precipitação levava à agregação de aminoácidos e proteínas que, ao serem reidratados, formavam estruturas isoladas batizadas como **coacervatos** (microsferas). Estas estruturas são aglomerados proteicos formados sob condições especiais de salinidade e acidez que lembram glóbulos microscópicos, ao redor dos quais, se organiza uma camada de água que separa os meios interno e externo.



Ainda que os coacervatos não sejam estruturas celulares, a existência de ácidos nucleicos em seu interior pode ter levado à capacidade de duplicação. Assim, não temos evidências sobre os detalhes de formação da primeira célula, mas os indícios apontam para uma sequência de eventos em condições particulares nas quais isso seria possível.

PRIMEIRA CÉLULA

Duas principais hipóteses brigam até o momento para determinar as características dos primeiros organismos. É comum a ambas afirmarem que se tratava de um ser **procarionte, unicelular** e **anaeróbico**. As duas primeiras afirmações dizem respeito à complexidade mínima dessas células e à capacidade de formar aglomerados celulares e estruturas teciduais, o que parece ser uma característica derivada e não primitiva. A terceira afirmação diz respeito às condições de vida na Terra durante o início da formação do nosso sistema solar uma vez que, ainda que possuíssemos uma atmosfera, sua composição estava distante da que observamos atualmente e, muito provavelmente, não continha gás oxigênio.

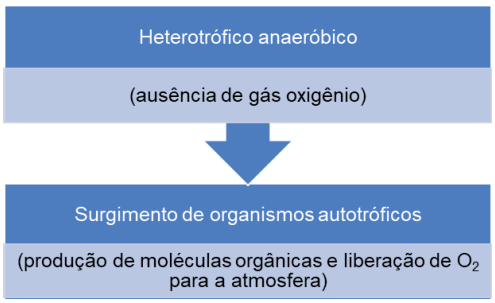
O mecanismo de nutrição deste primeiro ser vivo, no entanto, é o ponto de divergência entre estas hipóteses. Há pesquisadores que apontam para uma célula heterotrófica capaz de capturar partículas alimentares por um processo similar à fagocitose. Outros pesquisadores indicam a ocorrência de processos autotróficos que possibilitariam a sustentação de uma futura cadeia alimentar.

HIPÓTESE HETEROTRÓFICA

Como mencionado anteriormente, ao estudarmos evolução costumamos aceitar com mais facilidade a progressão em complexidade com base no surgimento do menor número de processos por vez. Em outras palavras, se a explicação para a origem de um novo grupo taxonômico exige o surgimento de muitas características de uma só vez, é provável que esta explicação esteja errada.

Baseando-se neste princípio a explicação heterotrófica indica que a primeira célula em nosso planeta deva ter apresentado este tipo de nutrição, uma vez que adquirir nutrientes presentes no meio demanda um número muito menor de reações metabólicas do que a capacidade de realizar por si mesmo a produção e posterior degradação destes compostos orgânicos. Outras evidências favoráveis a esta hipótese dizem respeito à evolução da própria Terra. Uma vez que durante seu resfriamento tenham começado a se formar os primeiros oceanos, e por reações químicas atmosféricas tenham se formado os primeiros compostos orgânicos, a comida seria para estes primeiros seres vivos seria abundante. Assim, sem pressão evolutiva, não haveria motivo para que um ser heterotrófico não fosse selecionado positivamente.

Segundo a hipótese heterotrófica, no entanto, a rápida proliferação destas primeiras células heterotróficas teria atingido um ponto em que o consumo de moléculas orgânicas seria maior do que sua produção por reações químicas atmosféricas. Neste momento, a escassez de alimento levaria à seleção positiva de um organismo fosse capaz de "produzir seu próprio alimento". Desta forma, com o surgimento aleatório de uma célula autotrófica, a produção de matéria orgânica voltaria a crescer, uma cadeia alimentar começaria a se estabelecer e, inclusive, gás oxigênio começaria a ser produzido, possibilitando o surgimento e manutenção dos primeiros organismos aeróbicos.



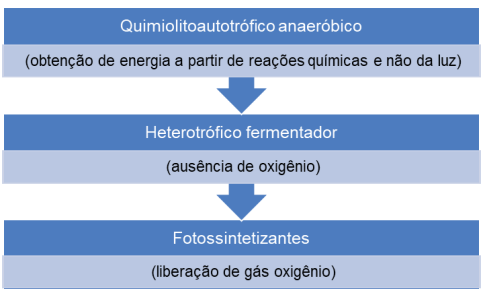
HIPÓTESE AUTOTRÓFICA

Apesar de parecer fugir à lógica básica da evolução em um primeiro momento, muitos pesquisadores apontam o surgimento de organismos autotróficos antes dos organismos heterotróficos. Isto demandaria o aparecimento de reações metabólicas mais complexas, mas, segundo eles, traria alguns benefícios.

O principal problema apontado na hipótese heterotrófica diz respeito à fragilidade do sistema proposto. Neste esquema, as primeiras células teriam surgido nos oceanos primitivos rasos e superficiais, local no qual haveria acúmulo de matéria orgânica trazida das precipitações atmosféricas. No entanto, com um sistema solar em formação e uma Terra instável, o número de tempestades elétricas neste período geológico seria muito elevado. Além disso, o número de colisões de asteroides com a superfície da Terra também era muito alto devido à "ausência" de Marte no sistema solar, o que colocaria em perigo a vida destas primeiras células. Com Marte também em fase de consolidação, ainda não havia um corpo celeste de órbita externa à da Terra que possuísse atração gravitacional forte o suficiente para impedir que asteroides colidissem com nosso planeta, o que hoje reduz os impactos sofridos.

A alternativa passa a ser, então, afastar da superfície da Terra o local de surgimento desta primeira célula. Posicionar este ambiente em cavernas submarinas, porém, também distancia estes organismos de uma fonte de moléculas orgânicas, o que favorece a explicação de que estes primeiros seres vivos apresentassem nutrição autotrófica. Assim, em local protegido, estes organismos que apresentavam um metabolismo que os classificava como quimiolitoautotróficos anaeróbicos teriam proliferado e gerado compostos orgânicos em abundância para sustentar o surgimento aleatório de um primeiro organismo heterotrófico. Desta forma, a hipótese autotrófica não se baseia no surgimento da fotossíntese como via de produção de moléculas orgânicas (via esta, mais abundante nos dias atuais), mas na capacidade que estes organismos quimiolitoautotróficos apresentam de produzir suas próprias moléculas alimentares a partir da energia liberada por reações químicas realizadas pelo uso de componentes das rochas nas quais se encontram.

Somente depois da proliferação destes primeiros organismos autotróficos anaeróbicos e do surgimento aleatório dos primeiros heterotróficos anaeróbicos, teriam se originado os primeiros organismos fotossintetizantes. A partir deste momento, com a liberação de gás oxigênio para atmosfera, houve possibilidade de sustentação ao estilo de vida aeróbico.



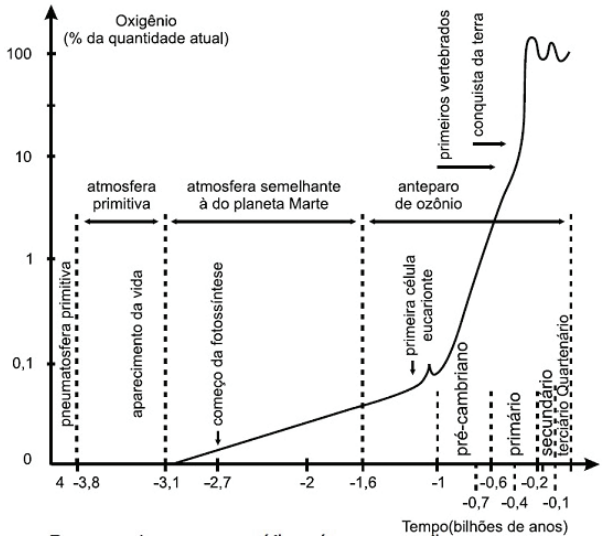
Ainda que a hipótese autotrófica seja a mais aceita atualmente, o debate permanece. Assim, é importante considerar as evidências que favorecem uma ou outra hipótese. Você observará ao realizar questões, simulados e provas, que a maioria dos casos não se importa em indagar a melhor hipótese, mas extrair o que sabemos sobre cada uma delas.

HOLOCAUSTO DO OXIGÊNIO

O surgimento do gás oxigênio através da atividade fotossintetizante pode parecer um dos maiores passos evolutivos já dados – e provavelmente foi. Considerar que o gás oxigênio estava ausente durante a formação do primeiro organismo vivo pode soar estranho. No entanto, essa estranheza se deve ao fato de utilizarmos este gás em nosso metabolismo e convivermos com outros animais que também o fazem. A verdade é que sabemos nos defender de seus malefícios e retirar benefícios de sua utilização, mas isso não é uma regra para todos os organismos. Micro-organismos anaeróbicos são abundantes e muito diversos e, sendo os modelos mais simples de célula, parecem refletir melhor as características do primeiro ser vivo em nosso planeta. Se hoje somos tolerantes ao gás oxigênio, devemos agradecer à seleção positiva dos micro-organismos ancestrais que apresentavam mecanismos químicos de proteção e reparo às lesões oxidativas causadas por este gás. Graças a esses mecanismos, resistimos às modificações atmosféricas que, posteriormente, tornaram possível a formação da camada de ozônio (O_3).

O gás oxigênio é extremamente reativo e, reagindo com biomoléculas em um período inicial de formação da vida, dificultaria a sua complexificação. A consequência mais provável para a presença deste gás seria impossibilitar o surgimento da primeira célula. Na verdade, a teoria do **holocausto do gás oxigênio**, proposta pela cientista **Margulis** em 1938, explica que mesmo as primeiras células já tendo surgido, ainda não havia mecanismos de proteção a lesões oxidativas – ao menos não de forma disseminada. Esta é a razão pela qual se imagina que a elevação da pressão de O_2 na atmosfera a partir do desenvolvimento da fotossíntese tenha levado à morte a maioria dos organismos existentes àquela época (aproximadamente 2 bilhões de anos atrás).

Similar à nossa visão sobre o O_2, hoje conseguimos enxergar a camada de ozônio como algo positivo, mas no passado, sua ausência foi interessante para o processo evolutivo. Devemos considerar que, quanto maior a incidência de radiação UV sobre a superfície do planeta, maior a taxa de mutação genética introduzida e maior a variabilidade de organismos sobre a qual a seleção natural pode atuar. Assim, em um momento em que a diversidade ainda era extremamente baixa, durante os primeiros momentos da vida na Terra, a inexistência de um fator protetor (camada de O_3) e a exposição a um fator lesivo (radiação UV) podem ter sido determinantes para que tenhamos obtido tamanha biodiversidade.



GERAÇÃO ESPONTÂNEA OU ABIOGÊNESE

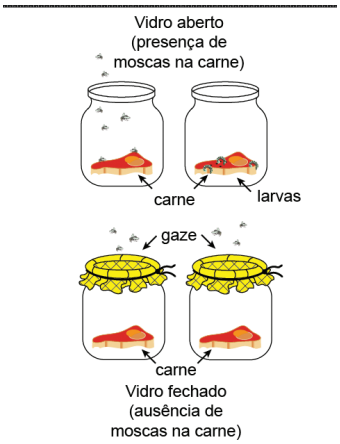
Como vimos anteriormente, a discussão sobre a origem da vida em nosso planeta precisa considerar informações obtidas a partir de diferentes campos de conhecimento e, ainda assim, há passos importantes na história evolutiva que ainda não puderam ser completamente elucidados. Muitos antes da proposição de um modelo celular ou de condições para origem da Terra e do sistema solar, a discussão sobre a vida era voltada à vida de um único organismo. Em outras palavras, a grande pergunta era: "Como surge um organismo?"

A capacidade de gerar organismos vivos através da reprodução era um mecanismo claro para formação de novos indivíduos da nossa espécie e de algumas outras poucas espécies com as quais convivíamos. Microscópios ainda não existiam e, com isso, não havia qualquer conhecimento a respeito dos micro-organismos ou da estrutura de células. Mesmo animais como ratos e sapos, encarados como inferiores, não tinham seu surgimento bem compreendido e, para explicar de onde estes seres surgiam empregávamos a ideia de **abiogênese**.

Tal ideia surgiu com Aristóteles, há cerca de 2.000 anos. Ele propôs que a vida poderia surgir da **matéria inanimada**; para tanto, bastava que um "princípio ativo" fosse insuflado na matéria não viva, levando ao **surgimento espontâneo da vida**. Esta ideia dominou todo o pensamento ocidental até 1861, quando Pasteur demonstrou que ela estava completamente errada.

Até então, aceitava-se, por exemplo, que moscas poderiam surgir espontaneamente de matéria orgânica em putrefação. Um exemplo clássico é o do belga **Van Helmont**, que chegou a sugerir que uma camisa suja em contato com germe de trigo durante 21 dias poderia originar camundongos.

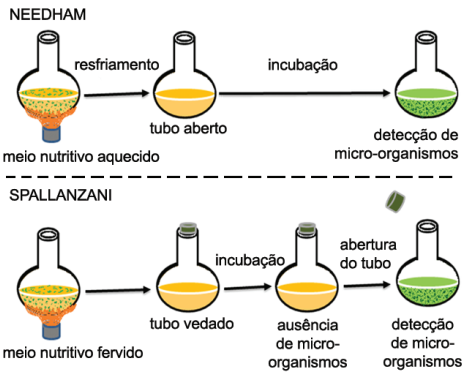
Em meados do século XVII, a hipótese da geração espontânea começou a ser abalada. **Redi**, cientista italiano, foi um dos primeiros naturalistas a empregar um modelo controlado para refutar a abiogênese e, desta forma, teve seu nome gravado na história graças a seus experimentos voltados à ideia de **biogênese**. Segundo esta proposta, um ser vivo sempre se origina a partir da reprodução de outro ser vivo pré-existente, eliminando a geração a partir da matéria inanimada. Em seus experimentos, Redi utilizou potes de vidro com carne em decomposição armazenada em seu interior para testar a hipótese de que moscas não eram capazes de se originar diretamente deste material. Parte dos potes, então, foi mantida aberta, em contato com o ambiente; enquanto outra parte teve sua abertura coberta com gaze, de forma a impedir o contato da carne com o ambiente externo.



Redi observou que, na carne dos potes mantidos abertos, havia larvas e moscas que a sobrevoavam. Nos potes mantidos fechados, no entanto, apesar do mau cheiro, não havia larvas, ainda que as moscas sobrevoassem a superfície externa da gaze. Vale ressaltar que, até então, não se sabia que as larvas corresponderiam a uma fase do desenvolvimento das moscas, afinal, pareciam ser animais completamente distintos. Ainda assim, com esses resultados, o pesquisador concluiu que as larvas não eram formadas a partir da matéria em decomposição, mas a partir de ovos postos pelas moscas.

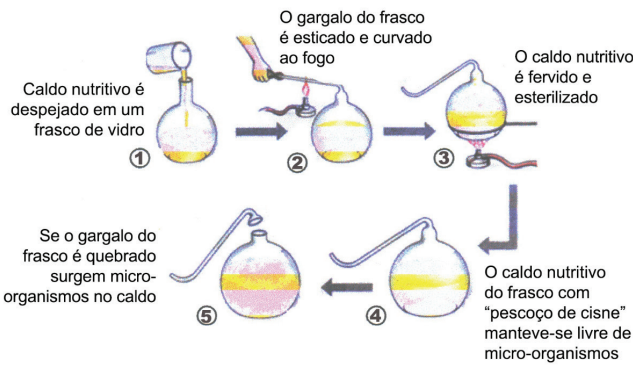
Apesar dos experimentos de Redi serem muito bem controlados e conclusivos, a biogênese não foi aceita integralmente pela comunidade da época. Por mais que isso soe estranho, a rejeição se deve, em parte, pelo desenvolvimento científico que levou ao surgimento dos primeiros microscópios. Se a biogênese fazia sentido como mecanismo de geração de animais e outros organismos macroscópicos, ela não era bem vista quanto à origem dos recém descobertos micro-organismos.

Em 1745, o inglês **Needham** corroborou mais uma vez a teoria da geração espontânea. Ele colocou caldos nutritivos num tubo de ensaio, aqueceu-os e fechou-os em seguida; e, logo após, aqueceu-os novamente. Depois de alguns dias, Needham verificou o **aparecimento de micro-organismos** naquele tubo. O italiano Spallanzani, algum tempo depois, criticou o experimento de Needham repetindo-o com pequenas modificações. Ao invés de aquecer o líquido, Spallanzani o ferveu e, ao invés de cobrir os tubos com gaze, o naturalista vedou completamente a abertura dos tubos de ensaio. Assim, não foi verificada a presença de micro-organismos no meio nutritivo, a não ser naqueles tubos que haviam sido mantidos abertos, o que favorecia a explicação baseada na biogênese e negava os resultados de Needham a favor da abiogênese. Needham, no entanto, justificou os dados de Spallanzani dizendo que a fervura havia destruído o tal "**princípio ativo**", impossibilitando, assim, o aparecimento dos micro-organismos. Estes seres só manifestavam sua presença nos tubos abertos porque o ar que entrava na vidraria trazia de volta o sopro da vida que tornava o líquido nutritivo fértil.



A teoria da geração espontânea, como mencionado anteriormente, somente foi derrubada por **Louis Pasteur**, em 1861. Para realizar seus experimentos, Pasteur introduziu meio nutritivo em um balão de vidro e o modificou, curvando seu pescoço em forma de "S", o que ficou conhecido como "**gargalo em pescoço de cisne**". Após a fervura do líquido, garantindo que o mesmo estivesse estéril (livre de micro-organismos), o cientista o deixou descansar por um período de incubação. Dias depois, uma amostra do meio de cultura foi retirada para ser analisada enquanto o balão de vidro permanecia intacto. O gargalo em pescoço de cisne foi, então, quebrado e o líquido foi incubado por mais algum tempo antes que uma nova amostra fosse retirada para análise. As análises realizadas com a primeira amostra, retirada do balão de vidro intacto, não demonstraram a existência de qualquer micro-organismo; diferentemente da amostra coletada a partir do balão quebrado, que se mostrava contaminada.

Note que neste experimento, o caldo nutritivo foi mantido em contato com o ambiente durante todo o tempo, já que o gargalo permaneceu aberto. A ausência de micro-organismos na primeira amostragem se deve, então, à genialidade do instrumento: ao ferver o caldo, o vapor que passou pelo pescoço de cisne foi resfriado e condensou, formando gotículas de água que atuaram como um filtro à entrada de micro-organismos. Assim, Pasteur demonstrou que não era um "princípio ativo" o responsável por dar vida à matéria inanimada, mas o contato com micro-organismos pré-existentes que acabavam por contaminar e proliferar no caldo quando este era exposto diretamente à atmosfera do local.



EXERCÍCIOS PROTREINO

01. Aponte o tipo de metabolismo realizado pelos coacervados segundo a hipótese Heterotrófica.

02. Diferencie hipótese autotrófica de hipótese heterotrófica.

03. Descreva o tipo de produto encontrado por Oparin em seu experimento.

04. Destaque os principais gases encontrados na atmosfera primitiva.

05. Explique a teoria da abiogênese.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (UECE) Relacione, corretamente, as teorias sobre a origem da vida com suas respectivas características, numerando os parênteses abaixo de acordo com a seguinte indicação:

1. Abiogênese
2. Biogênese
3. Panspermia
4. Evolução molecular

( ) Afirma que a vida na Terra teve origem a partir de seres vivos ou de substâncias precursoras da vida proveniente de outros locais do cosmo.

( ) Surgiu a partir de evidências irrefutáveis de testes rigorosos realizados por Redi, Spallanzani, Pasteur e outros que chegaram à conclusão de que seres vivos surgem somente pela reprodução de seres da sua própria espécie.

( ) Considera que a vida surgiu por mecanismos diversos como, por exemplo, a partir da lama de lagos e rios, além da reprodução.

( ) A vida é resultado de um processo de evolução química em que compostos inorgânicos se combinam, originando moléculas orgânicas simples que se combinam produzindo moléculas mais complexas, até o surgimento dos primeiros seres vivos.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

a) 4, 1, 3, 2.
b) 3, 2, 1, 4.
c) 1, 4, 2, 3.
d) 2, 3, 4, 1.

02. (FATEC) Hoje admite-se que a primeira forma de vida tenha surgido em lagos da Terra primitiva, que apresentava uma atmosfera diferente da atual. A partir desse acontecimento outros se sucederam, estabelecendo-se uma diversidade de formas e processos.

A primeira forma de vida (I), a composição da atmosfera primitiva (II) e a provável sequência de processos para obtenção de alimento e energia (III) conquistados pelos seres vivos foram, respectivamente:

a) I = autótrofa; II = sem oxigênio; III = fotossíntese, fermentação, heterotrófico, respiração aeróbica
b) I = autótrofa; II = com oxigênio; III = fotossíntese, fermentação, heterotrófico, respiração aeróbica
c) I = heterótrofa; II = sem oxigênio; III = heterotrófico, fermentação, fotossíntese, respiração aeróbica
d) I = heterótrofa; II = sem oxigênio; III = heterotrófico, respiração aeróbica, fotossíntese, fermentação
e) I = heterótrofa; II = com oxigênio; III = heterotrófico, respiração aeróbica, fotossíntese, fermentação

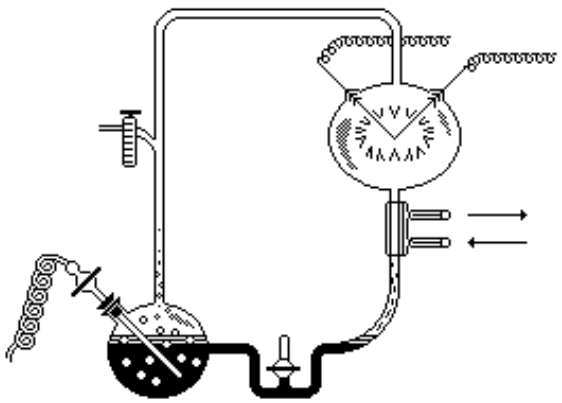
03. (MACKENZIE)

I. Segundo a hipótese heterotrófica, os organismos com esse tipo de nutrição foram os últimos a surgir.
II. O surgimento dos organismos fotossintetizantes permitiu o aparecimento da respiração aeróbica.
III. Sob determinadas circunstâncias, foi possível o surgimento de substâncias orgânicas a partir de substâncias inorgânicas.
IV. O surgimento dos coacervados permitiu que algumas moléculas como o DNA se mantivessem íntegras por mais tempo.

Dentre as afirmações acima, relativas à origem dos seres vivos, estão corretas, apenas:

a) II, III e IV.
b) II e III.
c) III e IV.
d) I e II.
e) I e IV.

04. (PUCRS)



O aparelho cuja montagem é representada acima permitiu verificar a possibilidade da origem de aminoácidos a partir

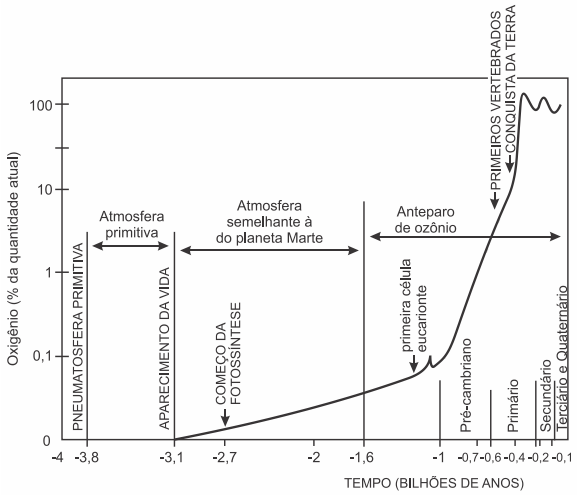
a) da atmosfera rica em oxigênio que existiu no início do nosso planeta.
b) de descargas elétricas em um meio muito rico em compostos orgânicos.
c) da atmosfera atual que envolve o nosso planeta.
d) da chamada atmosfera primitiva que envolvia o nosso planeta em seus primórdios.
e) de descargas elétricas em um meio rico em gás carbônico e etano.

05. (PUCMG) Em uma experiência, Francisco Redi colocou em oito frascos de vidro um pedaço de carne. Quatro vidros tiveram sua abertura recoberta por um pedaço de gaze. Após alguns dias, apareceram larvas de moscas nos vidros que não continham a gaze recobrindo a abertura do frasco. Nos frascos protegidos com gaze, elas não apareceram.

Essa experiência ilustra o princípio da:

a) Teoria Celular.
b) biogênese.
c) sucessão ecológica.
d) origem da célula.
e) higiene.

06. (ENEM) 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:

a) as primeiras formas de vida surgiram na ausência de O_2.
b) a atmosfera primitiva apresentava 1% de teor de oxigênio.
c) após o início da fotossíntese, o teor de oxigênio na atmosfera mantém-se estável.
d) desde o Pré-Cambriano, a atmosfera mantém os mesmos níveis de teor de oxigênio.
e) na escala evolutiva da vida, quando surgiram os anfíbios, o teor de oxigênio atmosférico já se havia estabilizado.

07. (PUCSP) Na figura abaixo, temos representado um aparelho projetado por Stanley Miller, no início da década de 1950. Por esse aparelho circulavam metano, amônia, vapor de água e hidrogênio e, através de energia fornecida por descarga elétrica, produtos de reações químicas como aminoácidos, carboidratos e ácidos graxos eram coletados no alçapão.

Processo	Hidrogênio		Produtos Finais
	Fonte	aceptor	
I	ácido graxo	oxigênio	gás carbônico e água
II	glicose	ácido pirúvico	ácido lático
III	água	gás carbônico	glicose
IV	glicose	oxigênio	gás carbônico e água

Através desse experimento, Miller testou a hipótese de que, na atmosfera primitiva pela ação de raios,

a) compostos orgânicos puderam se formar a partir de moléculas simples.
b) compostos inorgânicos puderam se formar a partir de moléculas orgânicas.
c) compostos inorgânicos e orgânicos puderam originar os primeiros seres vivos.
d) macromoléculas puderam se formar a partir de moléculas orgânicas simples.
e) coacervados puderam se formar a partir de moléculas inorgânicas.

08. (PUCRS) Responder à questão com base nos eventos relativos à origem da vida em nosso planeta.

I. Aumento gradativo da concentração de O_2 na atmosfera.
II. Aparecimento dos organismos heterótrofos.
III. Surgimento de organismos com capacidade de utilizar energia luminosa.

A ordem em que esses eventos ocorreram mais aceita na atualidade está contida na alternativa

a) I - II - III
b) I - III - II
c) II - I - III
d) II - III - I
e) III - II - I

09. (UERJ) A tabela a seguir resume alguns processos celulares de oxirredução realizados pelos organismos para atender a suas necessidades energéticas.

PROCESSO	HIDROGÊNIO		PRODUTOS FINAIS
	Fonte	Aceptor	
I	ácido graxo	oxigênio	gás carbônico e água
II	glicose	ácido pirúvico	ácido lático
III	água	gás carbônico	glicose
IV	glicose	oxigênio	gás carbônico e água

A evolução desses processos está relacionada à evolução das condições ambientais da terra. Assim, dos processos celulares acima, aquele que surgiu primeiro é o de número:

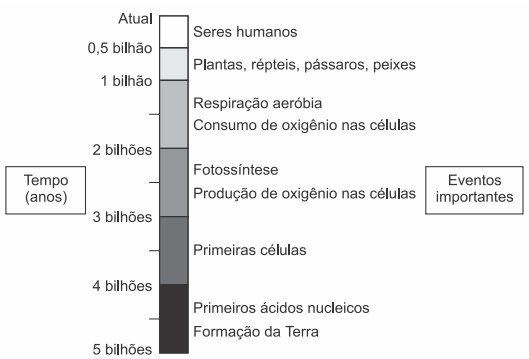
a) I b) II c) III d) IV

10. (ENEM) 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 nucléicos. 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 nucléico "aprendeu" a orientar a reunião de uma proteína, que, por sua vez, ajudou a copiar o próprio ácido nucléico. Em outros termos, um ácido nucléico serviu como modelo para a reunião de uma enzima que poderia então auxiliar na produção de mais ácido nucléico. 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.

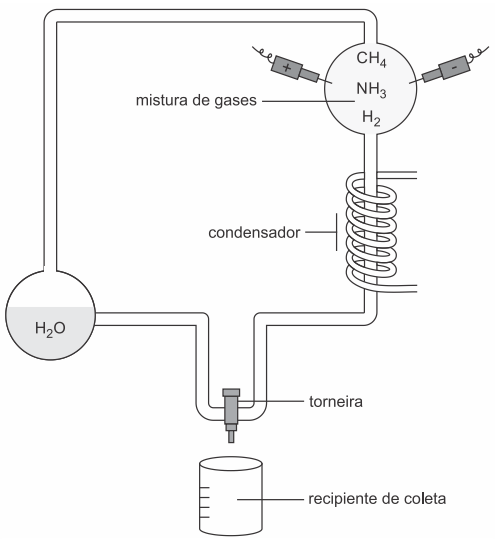
11. (UNESP) Segundo a teoria de Oparin, a vida na Terra poderia ter sido originada a partir de substâncias orgânicas formadas pela combinação de moléculas, como metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, que compunham a atmosfera primitiva da Terra. A esse processo seguiram-se a síntese protéica nos mares primitivos, a formação dos coacervados e o surgimento das primeiras células. Considerando os processos de formação e as formas de utilização dos gases oxigênio e dióxido de carbono, a sequência mais provável dos primeiros seres vivos na Terra foi:

a) autotróficos, heterotróficos anaeróbicos e heterotróficos aeróbicos.
b) heterotróficos anaeróbicos, heterotróficos aeróbicos e autotróficos.
c) autotróficos, heterotróficos aeróbicos e heterotróficos anaeróbicos.
d) heterotróficos anaeróbicos, autotróficos e heterotróficos aeróbicos.
e) heterotróficos aeróbicos, autotróficos e heterotróficos anaeróbicos.

12. (PUCRS) Recentes descobertas sobre Marte, feitas pela NASA, sugerem que o Planeta Vermelho pode ter tido vida no passado. Esta hipótese está baseada em indícios

a) da existência de esporos no subsolo marciano.
b) da presença de uma grande quantidade de oxigênio em sua atmosfera.
c) de marcas deixadas na areia por seres vivos.
d) da existência de água líquida no passado.
e) de sinais de rádio oriundos do planeta.

13. (MACKENZIE) A figura abaixo representa um clássico experimento na pesquisa sobre origem da vida.



Fonte da ilustração: http://www.planetabio.com.br/origem.html (Acesso em 04 abr. 2019)

É correto afirmar que

a) através dessa simulação, Louis Pasteur contestou de forma definitiva a teoria da abiogênese.
b) pela simulação das supostas condições da Terra primitiva, foi possível formar matéria orgânica em condições abióticas.
c) os defensores da panspermia cósmica obtiveram evidências da participação de elementos extraterrestres na formação da vida na Terra.
d) houve a comprovação da atuação da energia vital na formação do primeiro ser vivo.
e) as primeiras moléculas orgânicas surgiram de reações químicas em ambiente aeróbico.

14. (UECE) De acordo com as teorias sobre a origem da vida, é correto afirmar que

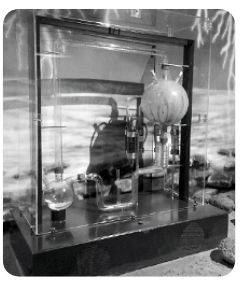
a) a biogênese representa as teorias que consideravam possível o surgimento da vida a partir de compostos inorgânicos e de outros mecanismos que não sejam a reprodução.
b) a teoria da geração espontânea ou abiogênese considera que os seres vivos surgem somente pela reprodução, indiferente das espécies envolvidas nesse evento.
c) segundo a panspermia, a vida teve origem a partir de seres vivos oriundos de outros locais do cosmo: essa é a teoria mais aceita até hoje em função das comprovadas atividades extraterrestres na Terra.
d) para a teoria da evolução molecular, a vida é resultado da combinação de compostos inorgânicos em moléculas orgânicas simples que se complexaram até atingirem a capacidade de autoduplicação e metabolismo.

15. (UECE) Em relação às teorias sobre a origem da vida, é correto afirmar que a

a) teoria da geração espontânea ou biogênese motivou Jean Baptista van Helmont a propor uma receita para produzir ratos usando camisas sujas e grãos de trigo.
b) expansão do conhecimento científico e a realização de experimentos rigorosos por Redi, Spallanzani, Pasteur e outros forneceram evidências da abiogênese.
c) panspermia afirma que a vida na Terra originou-se a partir de seres vivos ou substâncias precursoras da vida oriundas de outros locais do cosmo.
d) teoria da evolução química ou molecular admite que a vida é resultado da evolução química de compostos orgânicos em inorgânicos.

16. (PUCRS) Responda à questão com base na foto abaixo, que apresenta uma réplica do experimento de Miller-Urey, exposta no Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT-PUCRS).

Sobre a experiência conduzida por esses dois cientistas, é correto afirmar:



a) Com a experiência, tentou-se comprovar a hipótese de Francesco Redi sobre a inexistência da geração espontânea.
b) O experimento contribuiu para uma melhor compreensão da teoria da Panspermia Cósmica, pois o aparelho simula as condições iniciais do espaço sideral.
c) Como resultado do experimento, os cientistas obtiveram moléculas orgânicas complexas, sendo estas produto da reação entre gás carbônico, gás oxigênio, amônia e água na forma de vapor.
d) Ao tentar reproduzir as condições da Terra primitiva, propostas por Oparin, os produtos da reação química conduzida pelo experimento foram obtidos a partir de gás metano, amônia, gás hidrogênio e água na forma de vapor.
e) Segundo as conclusões de Miller e Urey, os coacervados obtidos como produtos do experimento representam os possíveis primeiros seres vivos que habitaram o planeta, por terem metabolismo próprio, além de capacidade de autorreprodução.

17. (UNICAMP) Na antiguidade, alguns cientistas e pensadores famosos tinham um conceito curioso sobre a origem da vida e em alguns casos existiam até receitas para reproduzir esse processo. Os experimentos de Pasteur foram importantes para a mudança dos conceitos e hipóteses alternativas para o surgimento da vida. Evidências sobre a origem da vida sugerem que

a) a composição química da atmosfera influenciou o surgimento da vida.
b) os coacervados deram origem às moléculas orgânicas.
c) a teoria da abiogênese foi provada pelos experimentos de Pasteur.
d) o vitalismo é uma das bases da biogênese.

18. (PUCCAMP) Há muito, muito tempo, quando ocorreu a origem da vida na Terra, surgiram vários processos biológicos. Tendo em vista condições ambientais existentes então, podemos afirmar que a sequência correta do aparecimento dos processos abaixo foi a mostrada em

a) respiração aeróbia → fermentação → fotossíntese
b) fermentação → respiração aeróbia → fotossíntese
c) fermentação → fotossíntese → respiração aeróbia
d) fotossíntese → respiração aeróbia → fermentação
e) fotossíntese → fermentação → respiração aeróbia

19. (PUCRS) Há menos de dois bilhões de anos, as primeiras células, que replicavam seu DNA e que deram origem às linhagens hoje existentes, teriam sido exterminadas se

a) fossem de tamanho minúsculo.
b) vivessem isoladas e independentes.
c) fossem envoltas por uma membrana.
d) sintetizassem moléculas contendo carbono.
e) ficassem expostas à radiação da luz ultravioleta.

20. (ENEM) 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.

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

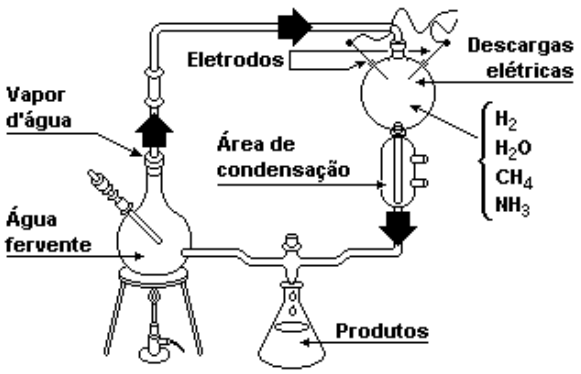
01. (UNICAMP) Com a ausência de oxigênio e uma atmosfera com característica redutora, os primeiros seres vivos desenvolveram um metabolismo exclusivamente anaeróbio. A transição para o processo aeróbio aconteceu entre 2,7 bilhões e 1,6 bilhão de anos atrás com o surgimento das primeiras algas azuis, as cianobactérias, capazes de utilizar a água como doador de elétrons e liberar oxigênio na atmosfera terrestre.

a) Cite um organismo que poderia ter existido há 3 bilhões de anos e uma possível fonte de energia para a manutenção do metabolismo desse organismo.
b) Explique as diferenças entre os tipos de respiração celular das espécies atualmente existentes.

02. (UNICAMP) "Ouvintes de rádio em pânico tomam drama de guerra como verdade". Com esta manchete, o jornal New York Times de 1º. de novembro de 1938 relatou o que aconteceu nos Estados Unidos na noite anterior, quando foi narrada pela rádio CBS uma história fictícia sobre invasão por marcianos de uma pequena cidade do Estado de Nova Jersey. Marte sempre fascinou os cientistas porque, mesmo que lá não existam homenzinhos verdes, esse planeta parece apresentar, entre os do sistema solar, as condições mais propícias à vida. Recentemente foram enviadas sondas espaciais para procurar indícios de vida em Marte.

a) Comparando com a origem da vida na Terra, indique que condições seriam fundamentais para o surgimento de vida em Marte.
b) Supondo que uma sonda espacial tenha trazido de Marte dois organismos, um deles classificado como pertencente ao Reino Monera e o outro ao Reino Protista, explique como os cientistas puderam diferenciar esses dois organismos.

03. (UNICAMP) Em 1953, Miller e Urey realizaram experimentos simulando as condições da Terra primitiva: supostamente altas temperaturas e atmosfera composta pelos gases metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, sujeita a descargas elétricas intensas. A figura a seguir representa o aparato utilizado por Miller e Urey em seus experimentos.



a) Qual a hipótese testada por Miller e Urey neste experimento?
b) Cite um produto obtido que confirmou a hipótese.
c) Como se explica que o O_2 tenha surgido posteriormente na atmosfera?

04. (UERJ) A procura de formas de vida em nosso sistema solar tem dirigido o interesse de cientistas para Io, um dos satélites de Júpiter, que é coberto por grandes oceanos congelados. As condições na superfície são extremamente agressivas, mas supõe-se que, em grandes profundidades, a água esteja em estado líquido e a atividade vulcânica submarina seja frequente.

Considerando que tais condições são similares às do bioma abissal da Terra, aponte o tipo de bactéria que poderia ter se desenvolvido em Io, e indique como esse tipo de bactéria obtém energia para a síntese de matéria orgânica.

05. (UNICAMP) A hipótese mais aceita para explicar a origem da vida sobre a Terra propõe que os primeiros seres vivos eram heterótrofos.

a) Que condições teriam permitido que um heterótrofo sobrevivesse na Terra primitiva?

b) Que condições ambientais teriam favorecido o aparecimento posterior dos autótrofos?

c) Além das condições ambientais, qual o outro argumento para não se aceitar que o primeiro ser vivo tenha sido autótrofo?

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. B	05. B	09. B	13. B	17. A
02. C	06. A	10. B	14. D	18. C
03. A	07. A	11. D	15. C	19. E
04. D	08. D	12. D	16. D	20. C

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01.

a) Há cerca de 3 bilhões de anos, a Terra pode ter sido habitada por micro-organismos unicelulares, procariotos e anaeróbios, isto é, capazes de produzir energia a partir da fermentação de compostos orgânicos.

b) As espécies modernas podem realizar a respiração aeróbica com consumo de O_2 e produção de maior quantidade de ATP. Esse processo envolve a glicólise, o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória; os dois últimos ocorrendo no interior das mitocôndrias. Em micro-organismos anaeróbios ocorre, geralmente, a fermentação, fenômeno que produz menor quantidade de ATP e ocorre no citosol, envolvendo apenas a fase glicolítica.

02.

a) A atmosfera de Marte deveria ter as condições existentes na Terra primitiva, quando se originaram os primeiros seres vivos, ou seja, amônia, metano, hidrogênio e vapor d'água. Esses gases, em temperaturas adequadas, com as descargas elétricas e radiações teriam reagido, formando as primeiras moléculas orgânicas.

b) Os representantes do Reino Monera são unicelulares e procariontes. Não apresentam carioteca, nem organoides membranosos. O único organoide citoplasmático presente é o ribossomo.

Os protistas podem ser uni ou pluricelulares. São eucariontes, pois apresentam o núcleo organizado, com envoltório membranoso (carioteca) e nucléolo, além de vários organoides citoplasmáticos, como: o retículo endoplasmático, as mitocôndrias, o complexo golgiense, etc.

03.

a) Os cientistas testaram a hipótese heterotrófica. Segundo a qual os gases da atmosfera primitiva poderiam formar, espontaneamente, os compostos orgânicos que originaram as primeiras formas viventes no planeta Terra.

b) Aminoácidos.

c) Organismos autótrofos fotossintetizantes, surgidos por mutação, liberaram oxigênio livre, resultante da fotólise da água.

04. Em Io poderiam ter se desenvolvido bactérias quimioautotróficas (ou quimiossintéticas). A energia para a síntese de matéria orgânica seria obtida a partir da oxidação de substâncias inorgânicas.

05.

a) Mares e oceanos que continham matéria orgânica que pudesse servir como alimento para estes primeiros seres vivos da Terra.

b) Liberação de CO_2 pelos primeiros heterótrofos anaeróbicos.

c) Autótrofos dispõem de clorofila e um sistema enzimático complexo para que possam produzir matéria orgânica. Por isso é improvável que tenham surgido antes dos heterótrofos.

ANOTAÇÕES