



# Resumão

# Biologia

## Novos rumos da engenharia genética

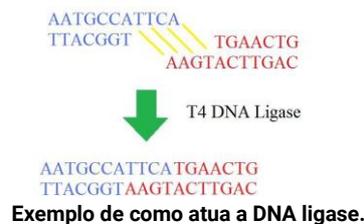
### Teoria

#### Engenharia Genética

A engenharia genética consiste em técnicas de manipulação e recombinação dos genes, utilizando conhecimentos científicos de diversas áreas, seja de processos bioquímicos e metabólicos, anabolismo nuclear e genética. A partir dessas áreas e experimentos é possível reconstruir e até criar novas sequências de DNA ou mesmo seres vivos. A engenharia genética pode ser aplicada em diversos campos, sendo os mais relacionados ao nosso dia a dia a medicina e a agropecuária.

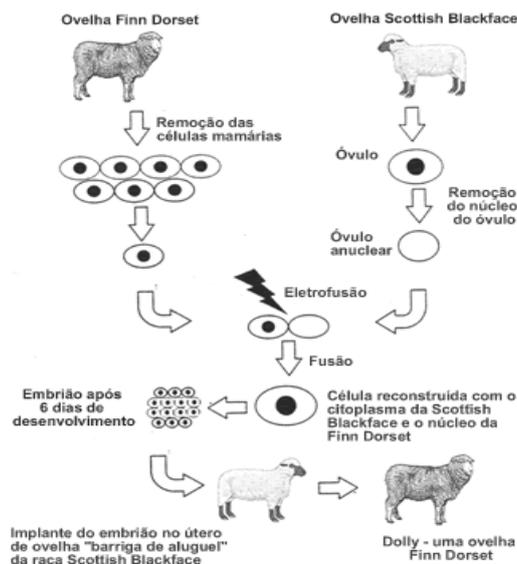
As principais estruturas que participam dos processos biotecnológicos modernos são enzimas e endonucleases, que irão cortar o DNA em fragmentos específicos, e enzimas ligases, que irão unir os fragmentos.

- Enzimas de Restrição: cortam o DNA em pontos específicos.
- DNA Ligase: enzimas que unem os fragmentos de DNA, produzindo moléculas recombinantes.



#### Clonagem

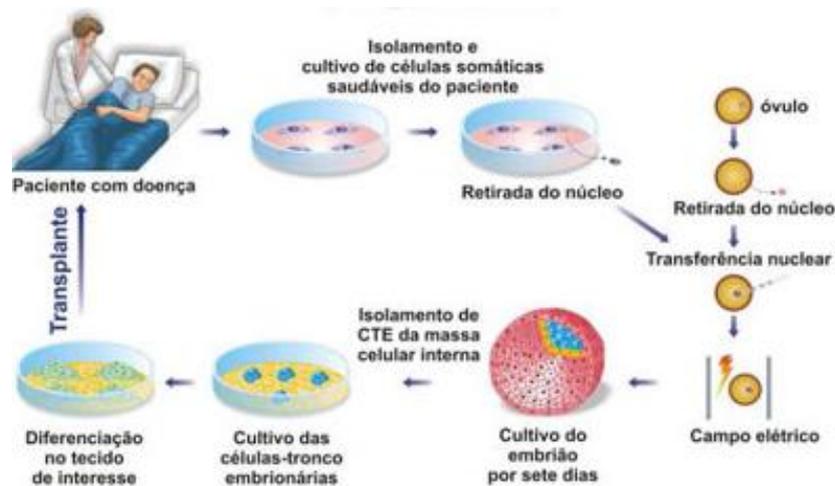
É quando temos indivíduos geneticamente idênticos. Ela pode acontecer de maneira natural (divisão binária de bactérias, gêmeos homozigotos) ou com a ação humana, que nesse caso consiste em colocar o núcleo de um ser vivo em um óvulo anucleado de um outro ser vivo.



Um caso de grande importância foi o da ovelha Dolly, que viveu durante seis meses, e no Brasil também tivemos um caso de clonagem de caprino, a bezerra Vitória em 2001.

A clonagem tem principalmente duas aplicações:

- **Clonagem reprodutiva:** objetiva reproduzir um novo ser geneticamente igual a um já existente. Implementa-se o núcleo de uma célula somática adulta em um óvulo anucleado. O embrião formado é implementado em um útero onde irá se desenvolver o clone. É o caso da criação de Dolly, citada anteriormente. É importante lembrar que casos de clonagem reprodutiva em humanos não são feitos devido a questões bioéticas, éticas, sociais ou até mesmo religiosas, que podem influenciar nas decisões.
- **Clonagem terapêutica:** retira-se o núcleo de uma célula somática de um paciente, transferindo-o para um óvulo anucleado. Esse óvulo então se desenvolve *in vitro*, ou seja, em uma placa em condições artificiais, durante alguns dias. Quando as células estão desenvolvidas o suficiente, sofrem a diferenciação do tecido desejado e são implantadas no paciente, com objetivo de recuperar ou reconstruir um tecido.



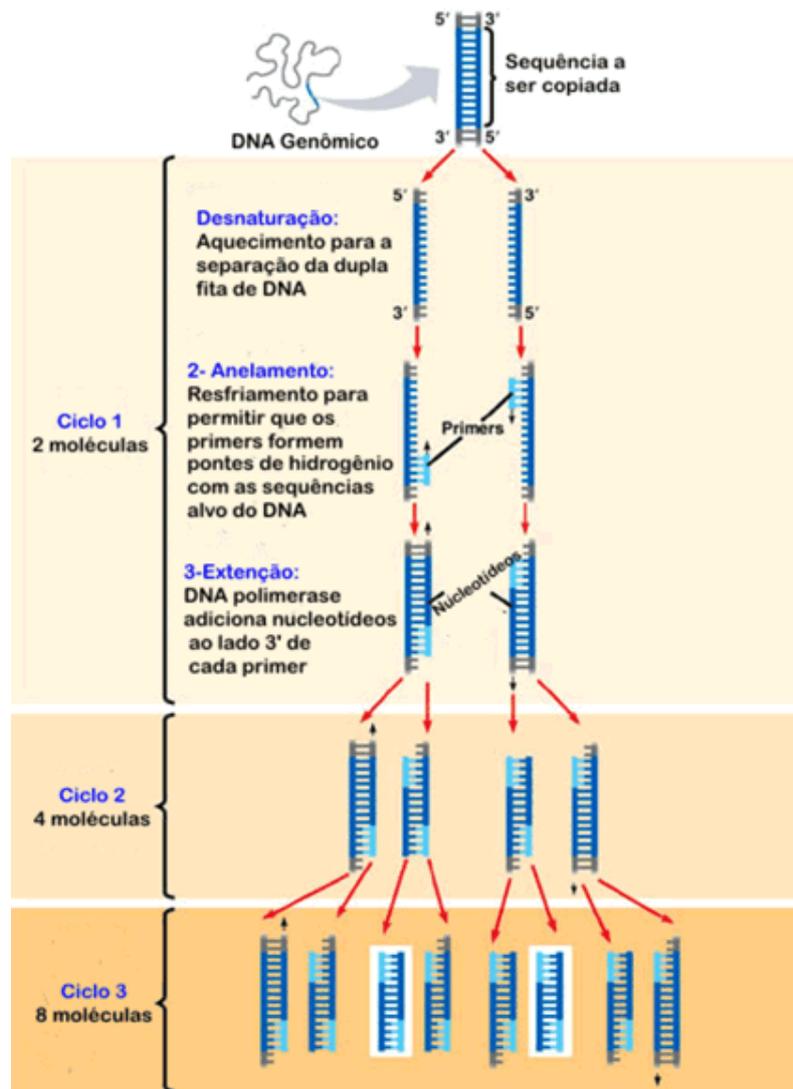
## Células-tronco

Células-tronco são células indiferenciadas com capacidade de originar quaisquer células do corpo humano, ou seja, conseguem se diferenciar em diferentes tecidos. Elas são encontradas principalmente em embriões (células-tronco embrionárias), cordão umbilical, medula óssea, fígado e pele (células-tronco adultas). Atualmente as células-tronco do cordão umbilical podem ser retiradas e armazenadas, com aplicação clínica, de modo semelhante à clonagem terapêutica.



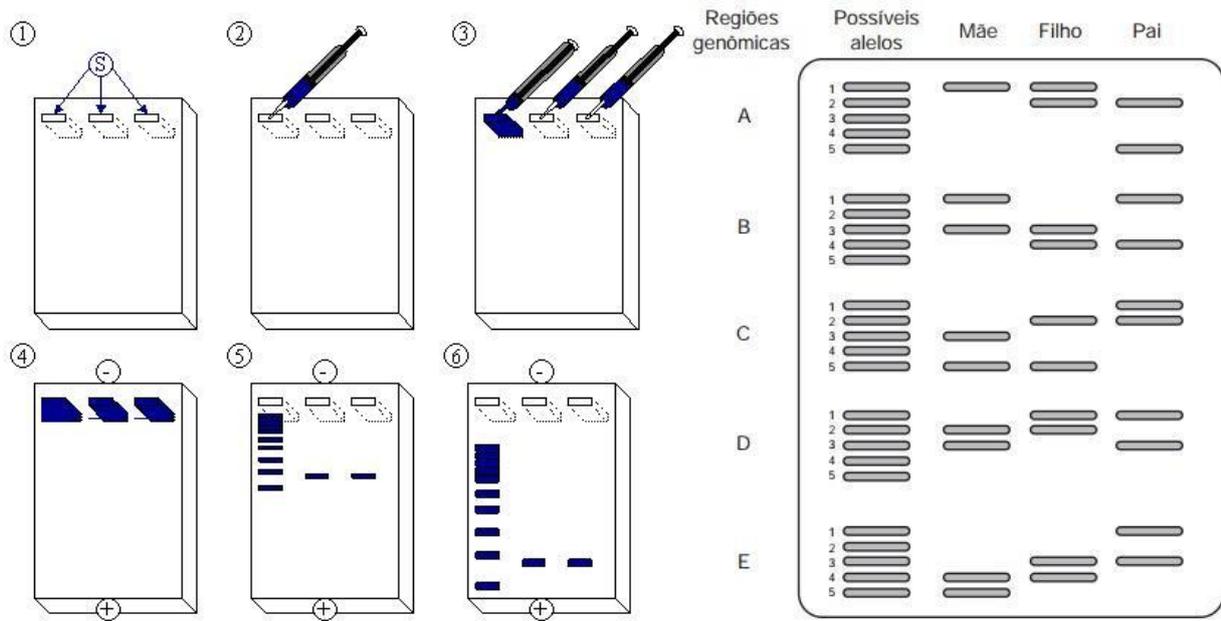
## Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)

É uma técnica que fragmenta a molécula de DNA com o uso de altas temperaturas. Esse fragmento é então ligado por *primers* (fragmentos que iniciam a síntese de uma molécula de DNA) quando a temperatura abaixa para em torno de 60°C, e a 72°C a enzima TAQ Polimerase duplica o DNA novamente, auxiliando a juntar as bases para formar a nova fita. Após vários ciclos, o DNA possuirá diversas cópias e estará pronto para ser analisado.



**Testes de DNA (DNA Fingerprint)**

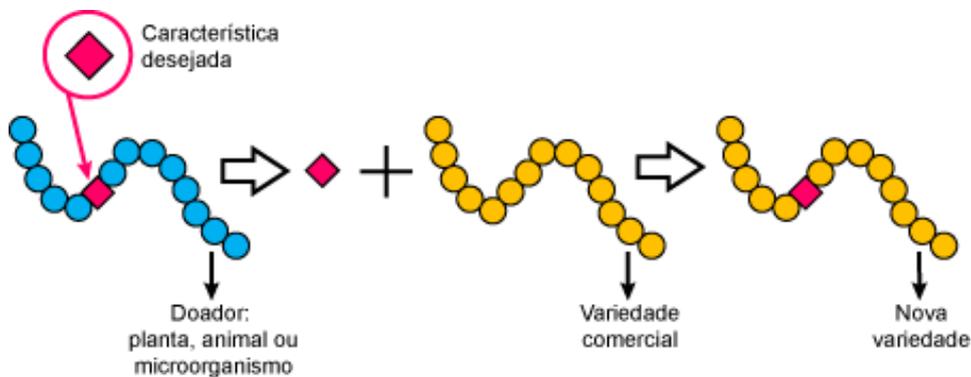
É uma técnica que verificará a paternidade separando a molécula de DNA através da centrifugação. Esse DNA será submetido às enzimas de restrição, que o cortarão em segmentos específicos. Os DNA fragmentados do filho, da mãe e do possível pai irão ser colocados em eletroforese. Na eletroforese há uma corrente elétrica em um gel onde os fragmentos do DNA irão se deslocar, com os fragmentos maiores estando na parte mais em cima, e os menores, abaixo. Assim, os fragmentos que o filho tem e a mãe não tem terão que ser do suposto pai.



**Ogm e transgenia**

OGM ou organismos geneticamente modificados são aqueles que tiveram sua sequência gênica alterada ou modificada de alguma forma. Caso esse organismo tenha essas modificações sem receber material genético de outra espécie, ele será um OGM simples apenas. Caso haja implementação de material genético de espécies diferentes, teremos um **transgênico**.

Os transgênicos têm como objetivo melhorar e aprimorar um organismo a partir da implementação de novas características ao organismo, como resistência a pragas (agricultura) e produção de insulina (importante no tratamento de diabetes), entre outros.



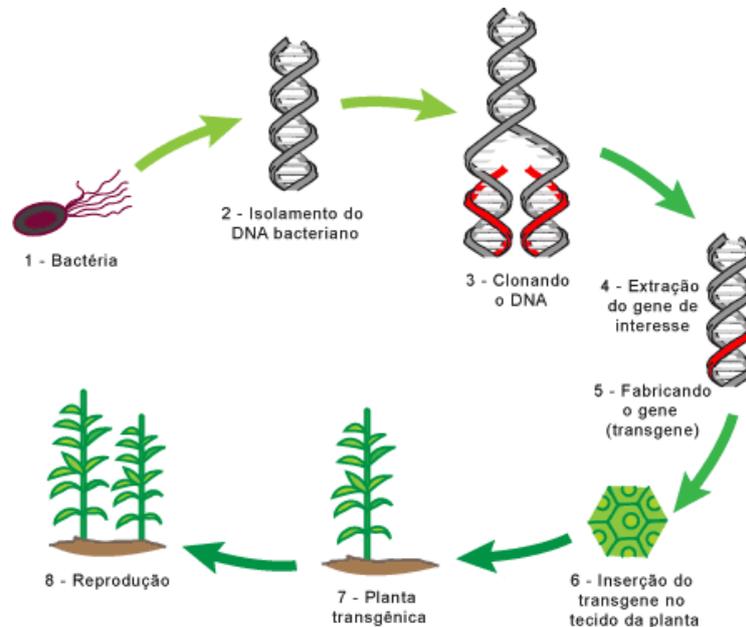
Existem discussões acerca da utilização de transgênicos, com fortes pontos a favor e contra a utilização desses métodos:

## Vantagens

- Expansão do conhecimento científico;
- Aumento da qualidade nutritiva e da produtividade (maior resistência a pragas);
- Redução de custos;
- Uso mais eficiente do solo (ex. plantio direto), evitando erosão.

## Desvantagens

- Ignora agrossistemas sustentáveis e seu uso no ambiente;
- Aumento dos casos de alergia;
- Seleção de pragas resistentes;
- Perda da biodiversidade e erosão genética.



## Projeto Genoma Humano

O projeto genoma humano teve como objetivo determinar a sequência das bases nitrogenadas do DNA humano, identificando e mapeando todos os genes presentes nos 24 cromossomos existentes na espécie humana (22 autossômicos e os 2 sexuais, o X e o Y). A partir dessas informações, é possível identificar áreas com anomalias, propensão a doenças ou mesmo ter um melhor entendimento do desenvolvimento do organismo e das células.

## Novos rumos

A utilização de biotecnologia tem exercido mudanças significativas no nosso cotidiano. Como perspectivas, há estudos para tornar mais acessível a determinação da sequência de bases de cada indivíduo, podendo-se, assim, reconhecer mutações e prever a ação de medicamentos.

O câncer ainda é um desafio. Sabemos que é causado por diversas mutações, e a interferência de forma específica nessas células poderia melhorar as taxas de cura.

Doenças genéticas causadas por mutações em genes importantes, como anemia falciforme e distrofia muscular, poderiam ser curadas com a incorporação do gene em falta ou substituição do gene que sofreu a mutação.

Quer saber mais sobre o assunto da aula de uma forma diferente? Existe uma série chamada *Orphan Black*, que trata de alguns dos assuntos abordados neste material!! Corre lá pra assistir num momento de descanso e aproveita pra aprender um pouquinho mais deste assunto na prática do dia a dia.

## Exercícios

---

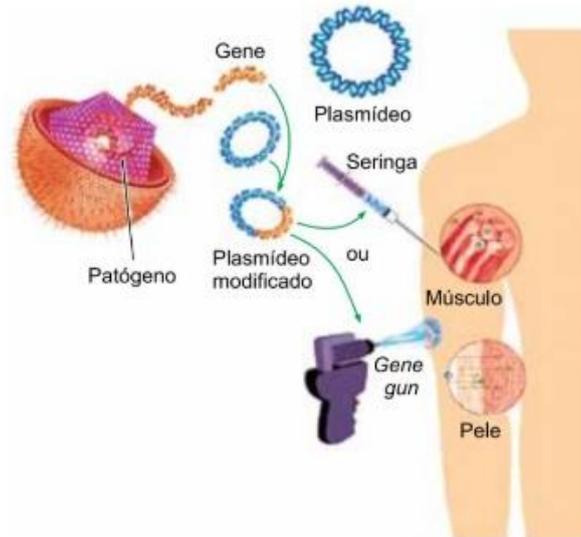


1. Enzimas de restrição são fundamentais à Engenharia Genética porque permitem:
  - a) a passagem de DNA através da membrana celular;
  - b) inibir a síntese de RNA a partir de DNA;
  - c) inibir a síntese de DNA a partir de RNA;
  - d) cortar DNA onde ocorrem sequências específicas de bases;
  - e) modificar sequências de bases do DNA.
  
2. Atualmente deixou de ser novidade a criação de plantas transgênicas, capazes de produzir hemoglobina. Para que isso seja possível, essas plantas recebem:
  - a) o fragmento de DNA, cuja sequência de nucleotídeos determina a sequência de aminoácidos da hemoglobina;
  - b) o RNAm que carrega os aminoácidos usados na síntese de hemoglobina;
  - c) somente os aminoácidos usados nessa proteína;
  - d) os anticódons que determinam a sequência de aminoácidos nessa proteína;
  - e) os ribossomos utilizados na produção dessa proteína.
  
3. Os avanços de Engenharia Genética permitem que um ser vivo forneça genes a outro de espécie diferente, sem alterar as principais características que os diferenciam. O ser que recebe o gene é denominado:
  - a) clone
  - b) parasitado
  - c) mutante
  - d) transgênico
  - e) mutagênico



4. A impressão digital genética (DNA fingerprint) é um dos testes desenvolvidos com o avanço da Engenharia Genética. Já disponível em alguns laboratórios, seu resultado se traduz num padrão de bandas, semelhante a um código de barras utilizado no comércio. Tal impressão genética dá a identidade individual de forma segura. No DNA fingerprint, o que se observa são:
  - a) moléculas mistas de DNA e RNA.
  - b) segmentos de desoxirriboses.
  - c) fragmentos de riboses e de grupos fosfatos.
  - d) sequências de DNA.
  - e) proteínas chaves codificadas por DNA simples.

5. A vacina de DNA é composta por um plasmídeo que carrega um gene de interesse que codifica um antígeno. A administração da vacina pode ser com seringa, via intramuscular, ou pelo sistema gene gun, que consiste no disparo sobre a pele de microesferas metálicas recobertas com os plasmídeos modificados. Uma vez na célula, o gene é expresso no plasmídeo.



(<http://pontobiologia.com.br>. Adaptado.)

- a) De quais organismos os plasmídeos são obtidos? Que moléculas biológicas são empregadas no corte dos plasmídeos para a inserção do gene de interesse?
- b) Por que é necessário que o plasmídeo modificado entre no núcleo da célula para que a vacina funcione e promova a resposta imunológica?

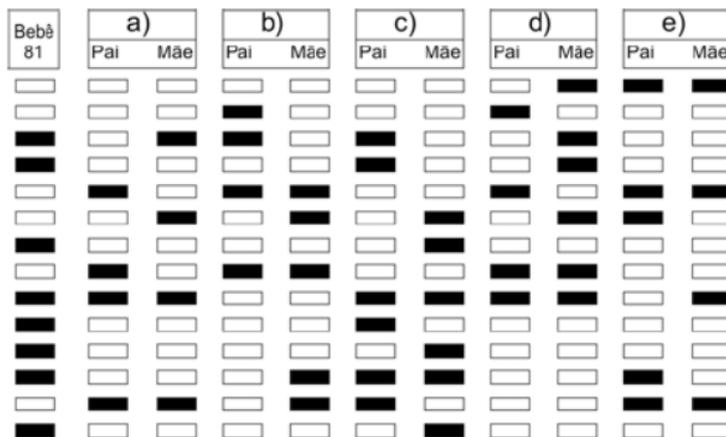
6. Teste de DNA confirma paternidade de bebê perdido no tsunami

Um casal do Sri Lanka que alegava ser os pais de um bebê encontrado após o tsunami que atingiu a Ásia, em dezembro, obteve a confirmação do fato através de um exame de DNA. O menino, que ficou conhecido como "Bebê 81" por ser o 81º sobrevivente a dar entrada no hospital de Kalmunai, era reivindicado por nove casais diferentes.

Folhaonline, 14/02/2005 (adaptado).

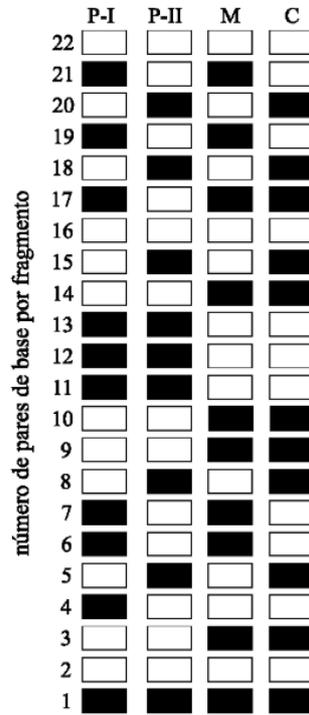
Algumas regiões do DNA são seqüências curtas de bases nitrogenadas que se repetem no genoma, e o número de repetições dessas regiões varia entre as pessoas. Existem procedimentos que permitem visualizar essa variabilidade, revelando padrões de fragmentos de DNA que são "uma impressão digital molecular". Não existem duas pessoas com o mesmo padrão de fragmentos com exceção dos gêmeos monozigóticos. Metade dos fragmentos de DNA de uma pessoa é herdada de sua mãe e metade, de seu pai.

Com base nos padrões de fragmentos de DNA representados abaixo, qual dos casais pode ser considerado como pais biológicos do Bebê 81?



7. Dois homens, P-I e P-II, disputam a paternidade de uma criança C, filha da mulher M. Diante disso, foi pedido o exame de DNA dos envolvidos.

O resultado do teste revelou os seguintes padrões:



Acerca dos resultados obtidos foram feitas as seguintes afirmações:

- I. P-II pode ser o pai da criança, pois há maior quantidade de faixas coincidentes com o padrão da criança;
- II. As faixas de números 3, 9, 10, 14, e 17 correspondem ao DNA que a criança recebeu da mãe;
- III. Não é possível excluir a possibilidade de P-I ser o pai da criança.

Qual das afirmativas não está correta? Explique

8. Em Junho de 2001, foi publicada a sequência quase completa do genoma humano. Esse projeto contou com a participação de diversos laboratórios, que individualmente determinaram a sequência de vários trechos diferentes do ADN de todos os cromossomos, a partir da amostra de somente um indivíduo, que permaneceu anônimo. Sabe-se, no entanto, que o ADN era de um indivíduo do sexo masculino. Por que foi importante determinar a sequência do ADN de um homem e não de uma mulher?

## Gabarito

---

1. **D**  
As enzimas de restrição são capazes de clivar (cortar) o DNA a partir do reconhecimento de uma sequência específica.
2. **A**  
Para que outro indivíduo produza uma proteína de dado ser vivo, é necessária a expressão do fragmento de DNA que codifica a informação da sequência dos aminoácidos.
3. **D**  
Um indivíduo que recebe material genético de outro é considerado transgênico.
4. **D**  
A “impressão digital” que confere identidade é a sequência de nucleotídeos que compõe o DNA.
5.
  - a) Os plasmídeos são obtidos de bactérias, sendo as moléculas biológicas utilizadas as chamadas enzimas de restrição, ou endonucleases, responsáveis por realizar cortes em locais específicos da molécula de DNA.
  - b) É importante pois o DNA nuclear irá comandar o processo de transcrição e tradução, que resulta na produção de proteínas (anticorpos) atuantes na resposta imunológica.
6. **C**  
Se os pais não possuem determinado fragmento de DNA, o filho também não pode ter. Da mesma forma, se o filho possui dado fragmento, ao menos um dos pais deve possuir. Assim, pode-se dizer que o filho é do casal C.
7. A afirmativa III não está correta, pois pode-se excluir o P-I como pai, pelo fragmento 19 por exemplo. Tanto a mãe quanto P-I possuem o fragmento. Se ele fosse o pai, a criança obrigatoriamente deveria ter.
8. Como o projeto visava a determinar a sequência completa de todos os cromossomos humanos, era importante incluir nesse conjunto o cromossomo X e o Y. Como o cromossomo Y só existe nos indivíduos do sexo masculino, o doador teria que ser um indivíduo desse sexo.

## Controle hormonal da digestão

### Teoria

---

Alguns hormônios participam do processo digestivo, seja estimulando a produção e liberação de substâncias e enzimas, seja inibindo determinados mecanismos. Aqui estão todas as substâncias que atuam no sistema digestório:

#### Digestão na boca

- Saliva: produz, através das glândulas salivares, a enzima amilase salivar (ptialina), que atua sobre o glicogênio/amido.

#### Digestão no estômago

- Pepsina: transforma proteínas em peptídeos.
- Muco protetor: reveste as paredes do estômago contra o ácido (a falta/falha desse muco é responsável por patologias, como gastrite e úlceras).
- Gastrina: produzida no estômago, estimula a produção de suco gástrico, fundamental para a digestão de proteínas (tendo em vista que a pepsina age em pH 2, e o suco gástrico contém ácido clorídrico)

#### Digestão no intestino

- **Secretina:** produzida no duodeno, age no pâncreas e estimula a secreção de bicarbonato, composto necessário para anular a acidez do quimo ao sair do estômago, convertendo-o em quilo. A alcalinização do quimo é necessária para que as enzimas pancreáticas e intestinais, cujo pH ótimo é 8, possam agir sobre o alimento após sua saída do estômago, cujo pH é 8.
- **Suco pancreático:** produzido pelo pâncreas, tem como função neutralizar a acidez do quimo. Enzimas do suco pancreático: tripsina, quimiotripsina, amilase pancreática, lipase pancreática.

**Vale lembrar** que o pâncreas também produz insulina e glucagon, hormônios que regulam a quantidade de glicose no sangue.

- Bile: produzida pelo fígado (nos hepatócitos), é armazenada na vesícula biliar e NÃO contém enzimas digestivas = emulsifica as gorduras. Também é responsável pela alcalinização do duodeno.

**Vale lembrar** que o fígado neutraliza substâncias tóxicas.

- **Suco entérico:** produzido no duodeno, ativa as enzimas do pâncreas que estavam inativas.
- **Colecistoquinina:** produzida no intestino, age sobre o pâncreas e a vesícula biliar, estimulando a liberação de bile na vesícula e do suco pancreático no pâncreas. É fundamental para a digestão da maioria das substâncias, tendo em vista que o suco pancreático digere a maior parte dos nutrientes e a bile emulsifica gorduras, facilitando sua digestão.
- **Enterogastrona:** produzida no intestino, age sobre o estômago, tendo efeito oposto à gastrina, inibindo a secreção de suco gástrico, bem como o peristaltismo estomacal.

## Exercícios

---

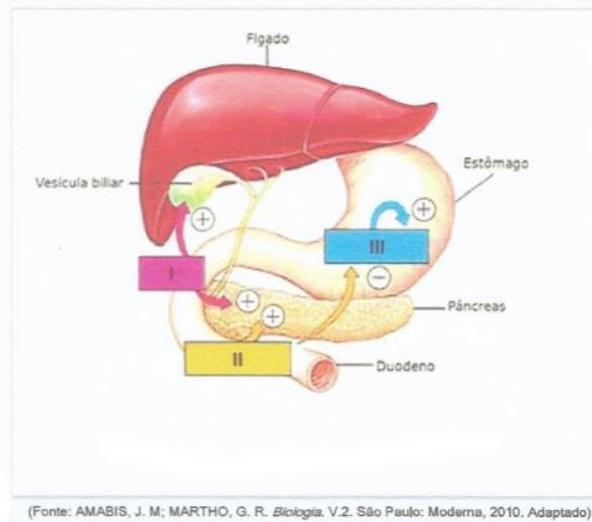


1. Os processos digestivos são controlados pelo sistema nervoso autônomo e por hormônios como gastrina que estimula o(a):
  - a) Secreção de suco pancreático.
  - b) Produção de HCl pelo estômago.
  - c) Liberação da bile pela vesícula biliar.
  - d) Aumento do peristaltismo pelo intestino.
  - e) Secreção de ptialina pelas glândulas salivares.
  
2. A ingestão de alimentos gordurosos (frituras, por exemplo) provoca a secreção de bile, e esta promove o emulsionamento das gorduras, facilitando a ação da lipase. Qual hormônio é responsável por estimular a secreção da bile e em qual órgão ele é produzido?
  
3. Sabemos que o pâncreas além de sua função digestiva atua também efetivamente na coordenação hormonal, uma vez que é também uma glândula endócrina. Marque entre as opções abaixo, a que representa respectivamente as funções de digestão e de coordenação hormonal:
  - a) Acidificação do quimo e liberação da tripsina.
  - b) Desdobramento do amido e produção do glucagon.
  - c) Liberação de tripsina e produção de gastrina.
  - d) Emulsão de gorduras e liberação de tripsina.
  - e) Desaminação de proteínas e produção de gastrina.



4. A digestão consiste na quebra de moléculas orgânicas complexas, tornando-as simples para que possam ser absorvidas no intestino delgado. Para isso, faz-se necessária a participação de enzimas hidrolíticas presentes nos diversos sucos digestivos. Na regulação da digestão humana estão envolvidos quatro importantes hormônios. Sobre esses hormônios e a ação de cada um deles, na digestão humana, assinale a única afirmativa correta.
  - a) O hormônio secretina é produzido por glândulas duodenais e atua sobre o pâncreas, estimulando a liberação do bicarbonato.
  - b) O hormônio enterogastrona é produzido por glândulas gástricas e atua no próprio estômago, estimulando a liberação do suco gástrico e a peristalse gástrica.
  - c) A colecistocinina estimula a liberação da bile pela vesícula biliar e é produzida por glândulas do íleo.
  - d) O hormônio gastrina atua sobre o estômago, inibindo a liberação do suco gástrico e a peristalse gástrica.
  - e) Por não possuir enzimas hidrolíticas, a bile, produzida pelo fígado e eliminada pela vesícula biliar, não necessita de nenhum estímulo hormonal para a sua liberação.

5. A digestão de gorduras ocorre no intestino, sendo um processo necessário para a absorção deste nutriente, tendo em vista o tamanho da molécula de gordura. Dois hormônios estão diretamente ligados a digestão dos lipídios no intestino. Quais são eles?
6. O processo de digestão é controlado pelo sistema nervoso autônomo e por hormônios. Sobre o controle hormonal do processo, analise a figura abaixo.



Os hormônios I, II e III, que agem por inibição (-) ou estimulação (+) diretamente nos seus órgãos-alvo, são, respectivamente:

- a) gastrina / secretina / colecistocinina.
- b) estimulador gástrico / colecistocinina / secretina.
- c) estimulador gástrico / gastrina / secretina.
- d) colecistocinina / secretina / gastrina.
- e) colecistocinina / gastrina / secretina.

7. A lauta ceia há muito está pronta, esperando. O séquito, com seu apetite e gula, só não vai servir-se de comida fria porque as panelas de ferro, de pedra e de barro são enormes e seguram o calor por um tempo bastante esticado. Também porque a criadagem, vendo que o imbróglia do preto velho pode atrasar sem tanto o início da refeição, cuidam de deixar um fogo manso por debaixo das ditas panelas, que embrulhado em cinzas dorme, insuficiente para queimar a comida, mas o bastante para incutir nela o desejável calor, naquele ponto em que para quem for comer, será preciso soprar. Soprar não é coisa que alimenta o estômago, mas é ritual que alimenta o apetite, fazendo a comida que seja boa ficar ainda melhor. Com isso a criadagem acaba lucrando, pois o melhor que há do arroz com palmito amargo, um dos pratos que será servido, e a rapa que fica grudada no fundo e nas paredes da panela e quanto mais fica chocando sobre a febre da lenha, mais a rapa próspera e mais cheirosa fica. Como aos escravos sempre cabem os rebotalhos, a cartilagem, a pele, os miúdos e as raspas das panelas, hoje também haverão de banquetear-se com tal fartura e gosto que muitos não de achar estranho.

Sem a patroa que achou por bem ficar conduzindo a criadagem, o dono da casa, por resto, senta-se a mesa, com o capitão-general a seu, lá dele, lado direito, e o secretário do capitão-general a sua esquerda, que é assim que os bons modos recomendam a um anfitrião atento, desde que a oração do creio em deus padre deu conta de que o Deus-filho está sentado ao lado direito de Deus-pai Todo-Poderoso, que há de vir julgar os vivos e os mortos e esquecer os distraídos, por certo.

(LOURENÇO, Edival. *Naqueles morros, depois da chuva: o jogo do Diabolo*. São Paulo: Hedra, 2011. p. 87-88.10

“Soprar não é coisa que alimenta o estômago, mas é ritual que alimenta o apetite, fazendo a comida que seja boa ficar ainda melhor”

O trecho acima, extraído do texto, menciona o estômago, importante órgão envolvido no processo digestivo. Sobre esse processo, diga o estimulante e o hormônio responsável pelas secreções estomacais.

8. O seguinte texto foi extraído do folheto “Você tem diabetes? Como identificar”, distribuído pela empresa Novo Nordisk: “A glicemia (glicose ou açúcar no sangue) apresenta variações durante o dia, aumentando logo após a ingestão de alimentos e diminuindo depois de algum tempo sem comer. A elevação constante da glicose no sangue pode ser sinal de diabetes. [...]”
- Por que nos não-diabéticos a glicemia aumenta logo após uma refeição e diminui entre as refeições?
  - Explique por que uma pessoa com diabetes melito apresenta glicemia elevada constante.

## Gabaritos

---

1. **B**  
A gastrina estimula a produção de suco gástrico no estômago, ou seja, estimula a liberação de HCl.
2. O hormônio é a colecistocinina, produzido pelo órgão duodeno.
3. **B**  
O pâncreas realiza o desdobramento do amido com a amilase pancreática e produz glucagon em suas células alfa.
4. **A**  
A secretina estimula a liberação de bicarbonato, para a neutralizar o ácido estomacal.
5. Secretina, com a liberação do bicarbonato, que permite que as enzimas pancreáticas, cujo pH ideal é 8, ajam sobre a gordura após ela sair acidificada do estômago, e colecistocinina, que libera a bile (que emulsifica as gorduras, facilitando a ação das lipases) e o suco pancreático (que contém lipases).
6. **D**  
A colecistocinina age sobre o pâncreas, estimulando a liberação do suco pancreático, enquanto a secretina pode agir sobre o pâncreas, estimulando a secreção do bicarbonato, e a gastrina estimula o estômago a produzir suco gástrico.
7. A entrada do bolo alimentar no estômago significa que é o momento de iniciar a digestão, e, portanto, há produção de gastrina, para que seja estimulada a secreção de suco gástrico.
8.
  - a) Em não diabéticos a glicemia aumenta pois a digestão de carboidratos leva a um consequente aumento de glicose no sangue, que será utilizada no metabolismo energético. A insulina facilita a entrada do excesso de glicose, principalmente nas células hepáticas e musculares. A diminuição da glicemia entre as refeições ocorre pois a glicose já está armazenada.
  - b) Na pessoa com diabetes mellitus tipo 1 não há produção da insulina, ou ela é produzida em quantidades insuficientes. Dessa forma, a glicemia fica elevada constantemente.

## Fisiologia do mergulho

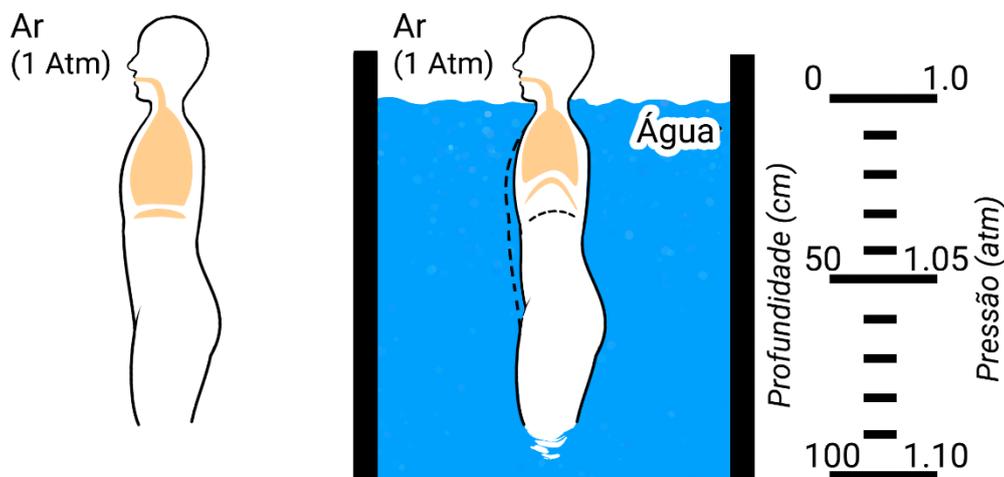
### Teoria



O sistema circulatório e o sistema respiratório são os mais afetados pelo ambiente subaquático. Eles têm como objetivo fornecer nutrientes ao nosso corpo, reagindo às condições produzidas pelos ambientes subaquáticos de uma forma mais visível do que os restantes sistemas do corpo humano.

Todas as células do nosso corpo utilizam o oxigênio para converter energia química em diversos tipos de energia necessária para a vida. Alguns tecidos, mesmo privados de oxigênio, conseguem “suspender” a sua atividade durante várias horas e permanecerem vivos. Por outro lado, existem outros que morrem rapidamente sem oxigênio, como por exemplo, o cérebro.

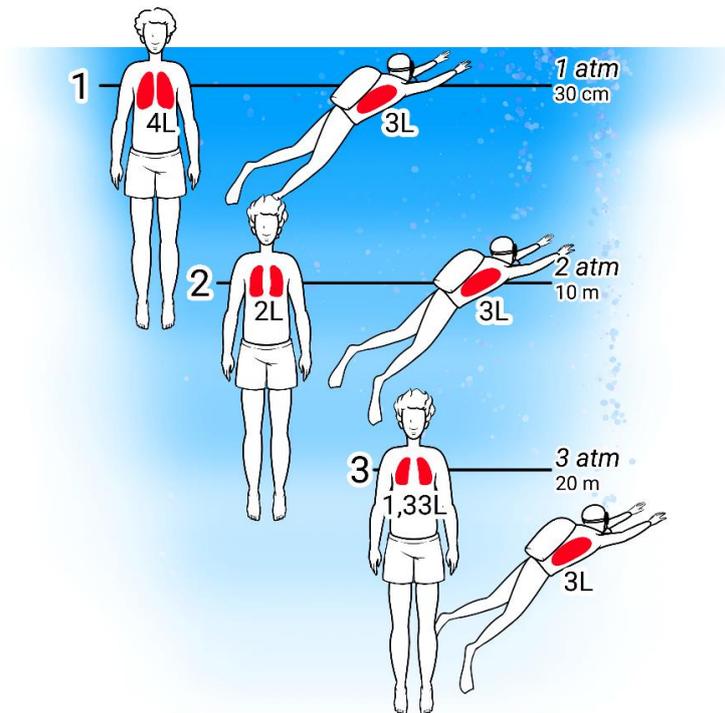
A respiração com equipamento de mergulho influencia o sistema respiratório e circulatório, aumentando o nível de dióxido de carbono, com o aumento de espaços de ar morto (ar que não foi renovado), e a resistência de inspiração e expiração. Outra influência é a redução do volume dos pulmões em cerca de 15% a 20% do seu volume à superfície, causado pela pressão da água, comprimindo o tórax.



(Ilustração por: Rebeca Khouri)

Quando o mergulhador utiliza um sistema de mergulho autônomo e respira ar à pressão ambiente, necessita de uma adaptação devido à densidade do ar quando respirado a pressões superiores. Quando o ar circula por passagens lisas, este pode circular sem interrupção, movendo-se como uma coluna contínua. Por outro lado, em passagens que não sejam lisas, como equipamento de mergulho, traqueia e brônquios, o fluxo de ar torna-se turbulento através da fricção entre o ar e as paredes do respectivo canal. Este fenômeno origina que o ar no centro do canal circule mais depressa que nos extremos, originando uma maior resistência. Esta resistência tem a vantagem de aumentar um pouco a pressão dentro dos bronquíolos e dos alvéolos, ajudando a que eles não entrem em colapso durante a expiração. Contudo esta resistência causa mais

problemas do que vantagens. O rápido movimento do ar, a maior densidade e as passagens mais irregulares, mais energia deverá ser consumida para superar esta resistência.



(Ilustração por: Rebeca Khouri)

O sangue chega ao cérebro através das artérias carótidas, que estão localizadas uma em cada lado do pescoço. Os baroreceptores controlam a pressão do sangue nestas artérias e envia impulsos para o cérebro para controlar o coração. Quando um desses receptores detecta altas pressões, ele estimula o cérebro de forma a abrandar o ritmo cardíaco, até a pressão baixar. Se um mergulhador vestir um fato ou outro equipamento que aperte o pescoço, pode fazer com que os baroreceptores detectem altas pressões e estimulam a redução do ritmo cardíaco. Como a pressão não vai baixar com essa redução de ritmo, o coração vai baixar o seu ritmo cada vez mais, podendo levar o mergulhador a perder a consciência.

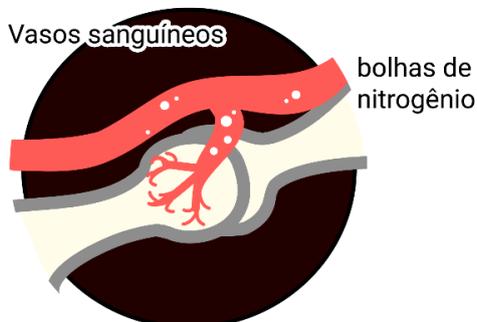
## Apneia

Durante um mergulho em apneia (sustentação da respiração), o corpo responde de forma a garantir a sobrevivência durante a pausa da respiração. Durante a apneia, o sistema circulatório mantém o oxigênio guardado nos pulmões, músculos e sangue para satisfazer as necessidades dos tecidos. Sem a ventilação, o dióxido de carbono acumula-se no sistema circulatório, causando o estímulo para respirar. Este estímulo sentido pelo mergulhador no início é fraco, aumentando progressivamente até o mergulhador atingir a superfície para respirar. Efeitos da apneia:

- À medida que o tempo de apneia aumenta, os níveis de oxigênio no organismo diminuem enquanto os de dióxido de carbono aumentam, podendo atingir os estados de hipóxia (baixo teor de oxigênio) e hipercapnia (aumento da concentração de gás carbônico no sangue), respectivamente.
- Durante o estado de hipercapnia, surge uma necessidade involuntária de retomar a respiração geralmente acompanhada por contrações diafragmáticas.

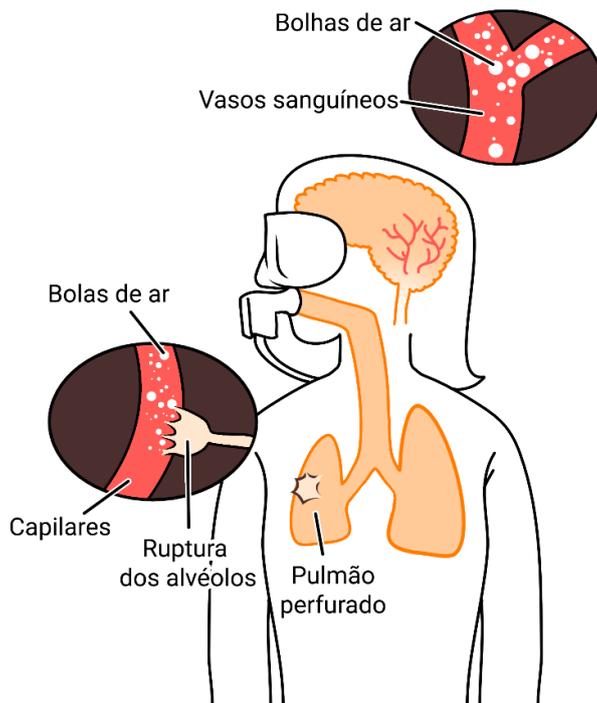
- Durante o estado de hipóxia, o organismo pode ser forçado a “desligar” certas partes do organismo de forma a proteger o cérebro e o coração.

## Doença por Descompressão



(Ilustração por: Rebeca Khouri)

Quando se utiliza tanques de ar comprimido para o mergulho, há inalação de grande quantidade de oxigênio, nitrogênio, entre outros gases. O oxigênio é consumido constantemente, logo, não há acúmulo dele, mas os demais gases devem ser eliminados pelos pulmões, podendo se acumular nos tecidos e no sangue caso isso não ocorra. Esse processo é demorado, e, quando um mergulhador retorna de locais muito profundos, a pressão do ambiente vai diminuindo, e é possível que a pressão sanguínea não seja o bastante para manter os gases dissolvidos na própria corrente sanguínea. Caso isso ocorra, pode haver formação de bolhas.



(Ilustração por: Rebeca Khouri)

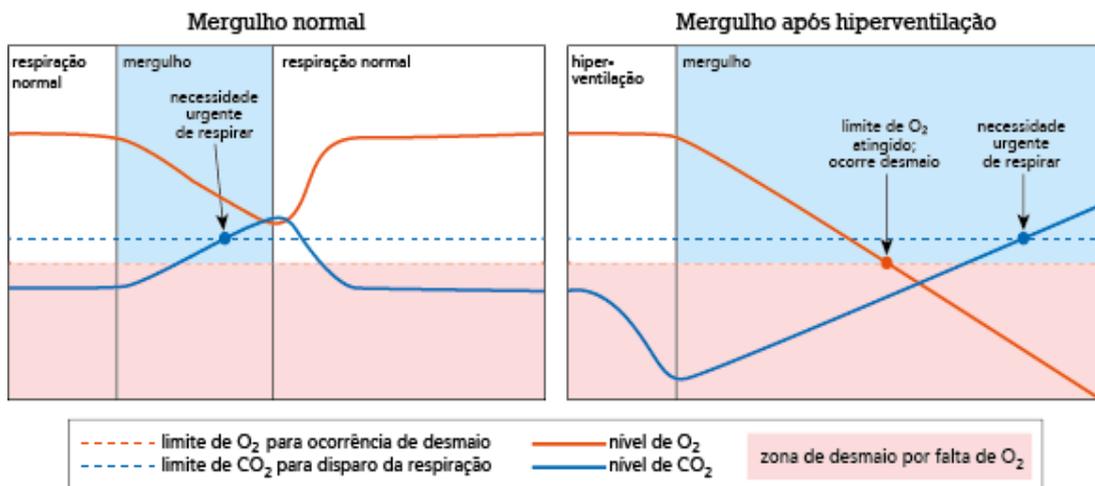
Para evitar a formação dessas bolhas, que agiriam como coágulos na corrente sanguínea, o mergulhador pode precisar realizar paradas de descompressão, objetivando manter os gases dissolvidos na corrente

sanguínea. Em caso de formação de bolhas, observa-se como sintomas a dor nas articulações, confusão, fraqueza, formigamento dos membros, possivelmente paralisia, ou mesmo vertigem, caso o ouvido interno seja afetado. O tratamento em câmaras hiperbáricas tem como objetivo de gerar uma recompressão, ou seja, aumentar a pressão gradativamente para dissolver as bolhas de ar, fazendo com que o organismo volte ao normal.

Exercícios de vestibulares



1. (UnB) Assinale a alternativa que apresenta uma estrutura comum ao sistema respiratório e digestivo.
  - a) Brônquios
  - b) Faringe
  - c) Pulmão
  - d) Esôfago
  - e) Laringe
  
2. As manifestações clínicas da Insuficiência Respiratória (IR) dependem dos efeitos da hipoxemia, da hipercapnia e da ação sinérgica sobre os tecidos nobres do organismo. Com relação a isso, indique como ocorrem esses efeitos no corpo humano.
  
3. Os mergulhadores de profundidade rasa, ou seja, de menos de 7 m, com o objetivo de aumentar o tempo de permanência em apneia sob a água, realizam a manobra conhecida como hiperventilação: inspirar rapidamente, várias vezes, a fim de remover da corrente sanguínea uma quantidade de CO<sub>2</sub> maior do que o organismo é capaz de produzir. No entanto, como a concentração de CO<sub>2</sub> é responsável por produzir a necessidade de respirar, essa mesma manobra pode, também, provocar desmaios sob a água, com risco de morte para o mergulhador que a prática. Observe nos gráficos as diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> em duas situações de mergulho.

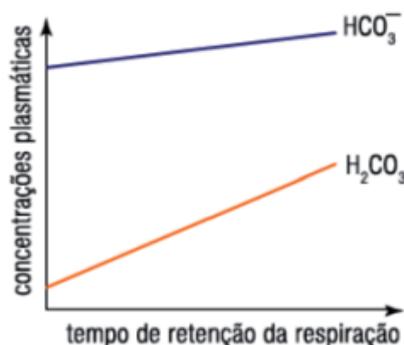


Indique a principal estrutura do sistema nervoso central envolvida no controle involuntário da respiração e, também, a principal alteração do sangue detectada por essa estrutura. Em seguida, com base nos gráficos, explique por que, ao realizarem a hiperventilação, esses mergulhadores podem sofrer desmaios

4. O CO<sub>2</sub> produzido pelo metabolismo dos tecidos é, em grande parte, transportado no sangue sob a forma de bicarbonato e de ácido carbônico. Em condições normais, tais compostos encontram-se na seguinte proporção:

$$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{20}{1}$$

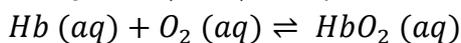
Esse sistema de transporte, cuja parte alcalina corresponde ao HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e a parte ácida ao H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, constitui o principal mecanismo de manutenção do pH do sangue em 7,4. Algumas situações, como prender a respiração por tempo prolongado, podem alterar a taxa normal desses dois compostos no plasma, conforme se observa no gráfico abaixo:



Indique a alteração observada no pH do sangue quando a respiração é suspensa por tempo prolongado. Justifique sua resposta, utilizando as informações do gráfico.



5. Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O<sub>2</sub>) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



(Mal da montanha. Disponível em: [www.feng.pucrs.br](http://www.feng.pucrs.br). Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).)

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- elevação da pressão arterial.
- aumento da temperatura corporal.
- redução da temperatura do ambiente.
- queda da pressão parcial de oxigênio.
- diminuição da quantidade de hemácias.

6. Durante o exercício físico ocorre aumento do metabolismo e, conseqüentemente, aumenta a quantidade de CO<sub>2</sub> gerada no organismo. Explique por que o aumento de CO<sub>2</sub> pode aumentar a frequência respiratória.
7. A velocidade dos movimentos respiratórios aumenta quando, no sangue, a concentração:
- da ureia aumenta
  - da carboemoglobina diminui
  - de CO<sub>2</sub> é alta
  - da oxiemoglobina é elevada
  - da carboemoglobina permanece constante
8. Na doença por descompressão, ocorrida muitas vezes em mergulhadores, o tratamento a ser seguido é submeter o paciente a uma câmara hiperbárica, cujo objetivo é que o paciente seja exposto a uma pressão até três vezes maior que a pressão atmosférica ao nível do mar, respirando oxigênio puro. Como este tratamento pode reverter o quadro de doença por descompressão?
9. A Insuficiência Respiratória (IR) é a incapacidade do sistema respiratório de atender às necessidades metabólicas do organismo em termos de oxigenação e excreção de CO<sub>2</sub>, resultando em um nível de hipoxemia ou de hipercapnia que exija intervenção para prevenir complicações. Clinicamente, a insuficiência respiratória caracteriza-se por
- esforço respiratório inadequado: eupneico.
  - esforço respiratório elevado, reduzido ou ausente.
  - boa perfusão periférica, pele corada e aquecida.
  - taquipneia nítida (tardia) e Bradpneia ou apneia (precoce).
  - preservação do nível de consciência

## Gabaritos

---

**1. B**

A faringe conecta o sistema digestivo e respiratório. Trata-se de um canal membranoso ligado ao nariz, por onde recebe o ar, e à boca, para obtenção dos alimentos.

Esse órgão permite a passagem do ar e dos alimentos devido à ligação com a laringe e o esôfago. Entretanto, os bloqueios existentes fazem com que ar e alimento nunca se encontrem.

**2.** A hipoxemia é a baixa concentração de oxigênio no sangue arterial, decorrente da diminuição da ventilação alveolar, e causando o aumento da carbohemoglobina no sangue, causando hipercapnia.

A hipercapnia é o aumento do gás carbônico no sangue arterial, provocado pela diminuição da ventilação pulmonar (por exemplo, prender a respiração ou asfixia). Tanto a hipoxemia quanto a hipercapnia atuam como uma ação sinérgica, ou seja, são vários fatores associados, que geram uma ação conjunta.

**3.** A realização de hiperventilação em um mergulho em águas rasas representa um risco para o mergulhador uma vez que reduz a concentração de CO<sub>2</sub> no sangue a níveis muito baixos. Com isso, durante o mergulho, a concentração desse gás demora mais a se elevar. Ao mesmo tempo, a concentração de O<sub>2</sub> no sangue diminui, atingindo o limite da zona de desmaio antes que a concentração de CO<sub>2</sub> alcance o limite para o disparo da necessidade de respiração, provocando o desmaio do mergulhador, que termina por se afogar. O controle involuntário da respiração é feito pelo bulbo através da redução do pH do sangue provocada pelo aumento da taxa de CO<sub>2</sub>.

**4.** É possível observar a diminuição do pH. Apesar da parte alcalina do sistema aumentar, a parte ácida cresce em maior proporção.

**5. D**

Em altitudes elevadas, a baixa pressão atmosférica determina que o ar seja rarefeito, o que diminui a pressão parcial de oxigênio no sangue.

**6.** O aumento na quantidade de CO<sub>2</sub> no sangue aumenta o nível de acidez do plasma sanguíneo, o que excita o centro respiratório, levando ao aumento da frequência respiratória.

**7. C**

A frequência respiratória aumenta quando a concentração de CO<sub>2</sub> no sangue é grande.

**8.** A decompressão envolve a formação de bolhas de nitrogênio na corrente sanguínea, que agem como coágulos. A recompressão aumenta a pressão a qual o corpo é submetido, dissipando essas bolhas na corrente sanguínea.

**9. B**

A insuficiência respiratória é uma condição na qual oxigênio não passa dos pulmões para o sangue em quantidades suficientes. Essa situação pode decorrer de um esforço respiratório elevado, reduzido ou ausente.

## Construindo cladogramas

### Teoria

O cladograma é uma representação das relações filogenéticas entre os seres vivos, com objetivo de relacionar e analisar as relações de parentesco e a história evolutiva dos táxons. Táxon é como é chamado a unidade taxonômica em análise, podendo ser de qualquer nível taxonômico, dependendo do objetivo da análise.

Os cladogramas são formados por uma raiz, ramos e nós. A raiz é a primeira linha, onde se encontra o ancestral mais antigo do cladograma. Os ramos são as linhas que representam a linhagem evolutiva e possíveis modificações por anagênese, e os pontos de intersecção entre esses ramos são os chamados de nós, indicando um processo de cladogênese. Também em relação ao nó, dizemos que nele se encontra o último ancestral em comum entre os novos táxons que surgiram.

Em um cladograma táxons mais basais (mais próximas a raiz) são chamadas de basais (ex.: na imagem abaixo, seria o táxon X), e táxons mais derivados (com mais nós de distância da raiz) são chamados de derivados (ex.: na imagem abaixo, seria o táxon D). Os táxons terminais são aqueles que estão na ponta dos ramos, e são considerados os táxons vivos, já que estão no tempo evolutivo atual.

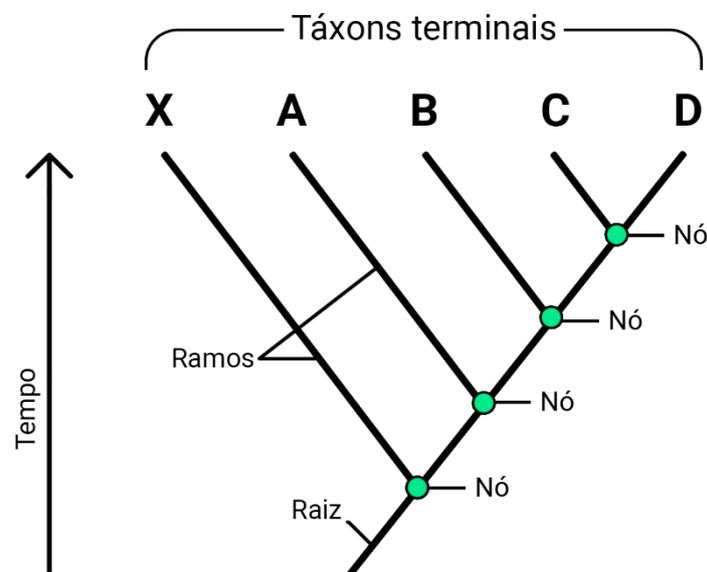
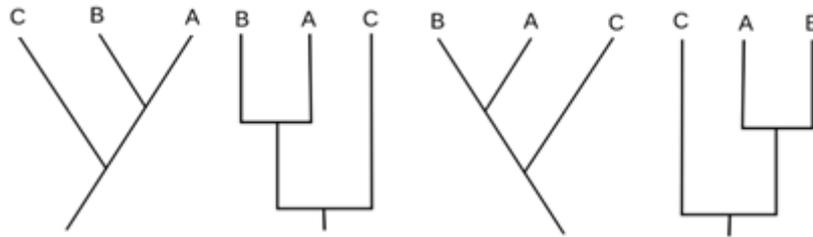


Ilustração por Rebeca Khouri

Quando dois táxons estão separados por apenas um nó, os chamamos de grupo irmão, eles apresentarão maior similaridade evolutiva. Os nós dos grupos irmãos podem girar entre si sem alterar as informações evolutivas.



Apesar de parecerem diferentes, ao olhar com atenção vemos que estes quatro cladogramas apresentam exatamente a mesma informação, apenas houve um "giro" nos nós dos grupos irmãos. A+B são grupos irmãos, e (A+B) juntos são grupo irmão de C.

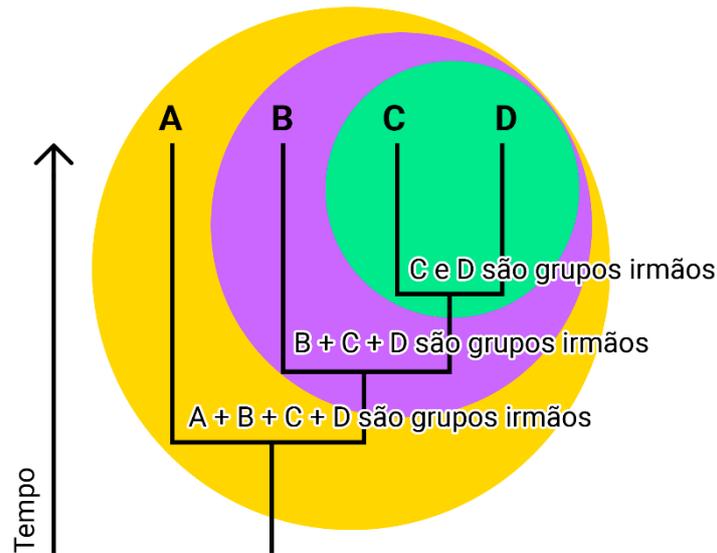


Ilustração por Rebeca Khouri

Pode-se agrupar os táxons em grupos monofiléticos, parafiléticos e polifiléticos.

- **Monofiléticos:** O grupo analisado apresenta o ancestral em comum e todos os seus descendentes.
- **Parafiléticos:** O grupo apresenta um ancestral comum e alguns, mas não todos, os seus descendentes.
- **Polifiléticos:** O grupo é formado com táxons onde o ancestral em comum não é incluído.

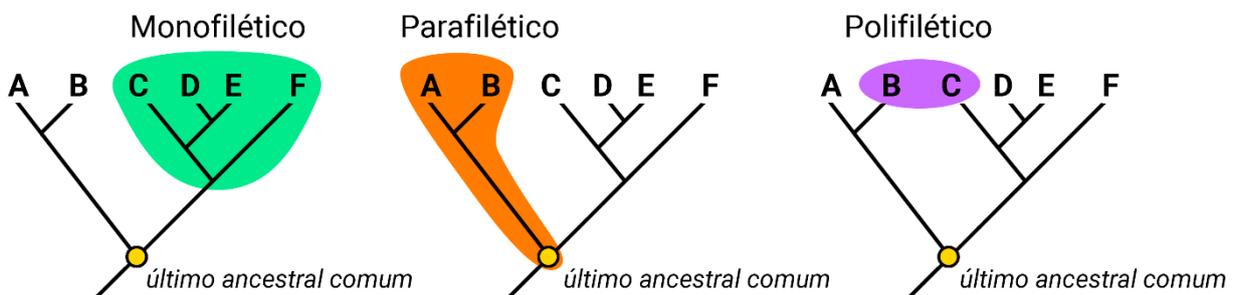


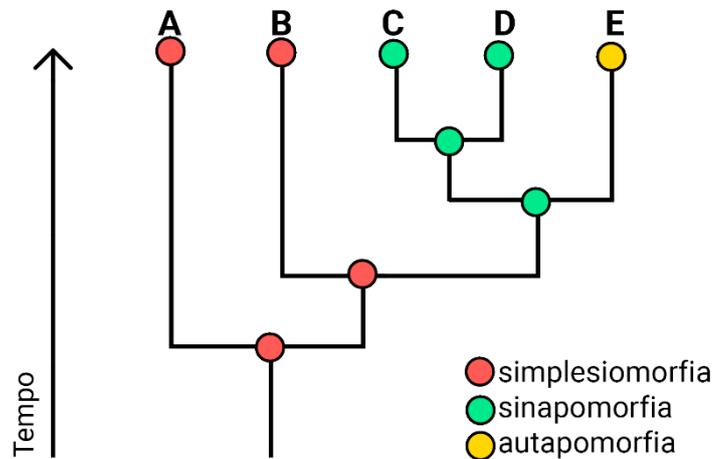
Ilustração por Rebeca Khouri

## Construindo um cladograma

Para construir um cladograma, inicia-se com a raiz. A construção de um cladograma se inicia com o estabelecimento da raiz, e a cada evento de cladogênese entre os táxons, coloca-se um nó, de onde seguirão os ramos, que podem ou não sofrer outro processo de cladogênese. Táxons com mais características em comum serão mais próximas, e terão menos nós de distância entre eles.

Novidades evolutivas, em um cladograma, são chamadas de **apomorfias**. Quando estas são características homólogas (com mesma ancestralidade) e compartilhadas por dois

ou mais táxons, são chamadas de **sinapomorfias**, e quando ela é exclusiva de um único táxon terminal, ela é chamada de **autapomorfia**. As **plesiomorfias** (ou simplesiomorfia) são as características ancestrais, podendo ou não se manter no cladograma ao longo da evolução do grupo.

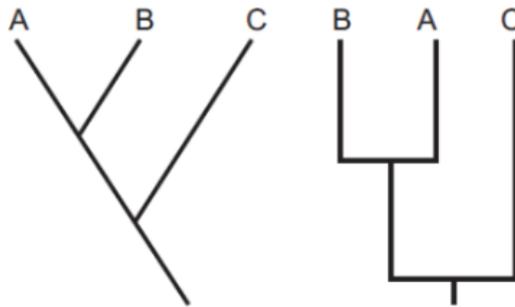


Um cladograma pode ser desenhado com linhas retas ou diagonais, na horizontal ou na vertical, não havendo diferença de informação entre eles.

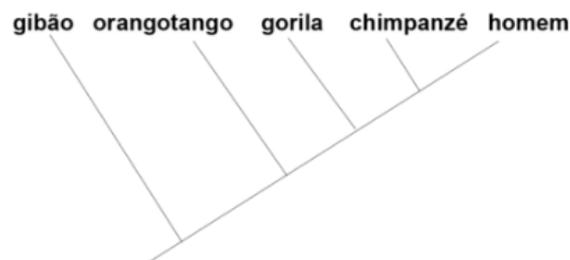
## Exercícios



1. Observe os cladogramas abaixo e assinale a afirmativa correta. Considere A, B e C como sendo três espécies distintas.



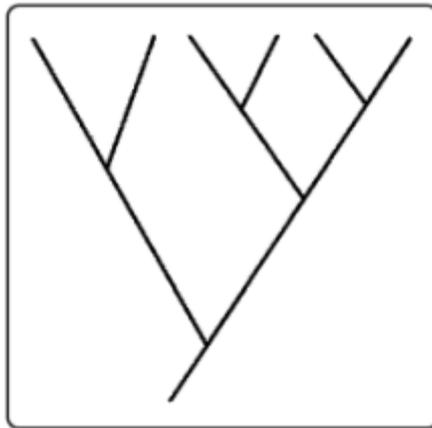
- Os dois cladogramas mostram relações evolutivas distintas.
  - As espécies A e B fazem parte, obrigatoriamente, de um gênero distinto de C.
  - A, B e C formam um grupo monofilético.
  - A, B e C não compartilham um ancestral comum.
  - A, B e C formam um grupo polifilético.
2. Analise o cladograma a seguir. Pelo cladograma, o



- chimpanzé pertence à família do homem.
- gorila evoluiu a partir do orangotango.
- gibão convergiu evolutivamente com o gorila.
- homem compartilha o mesmo ancestral do gibão.
- orangotango é ancestral do chimpanzé.

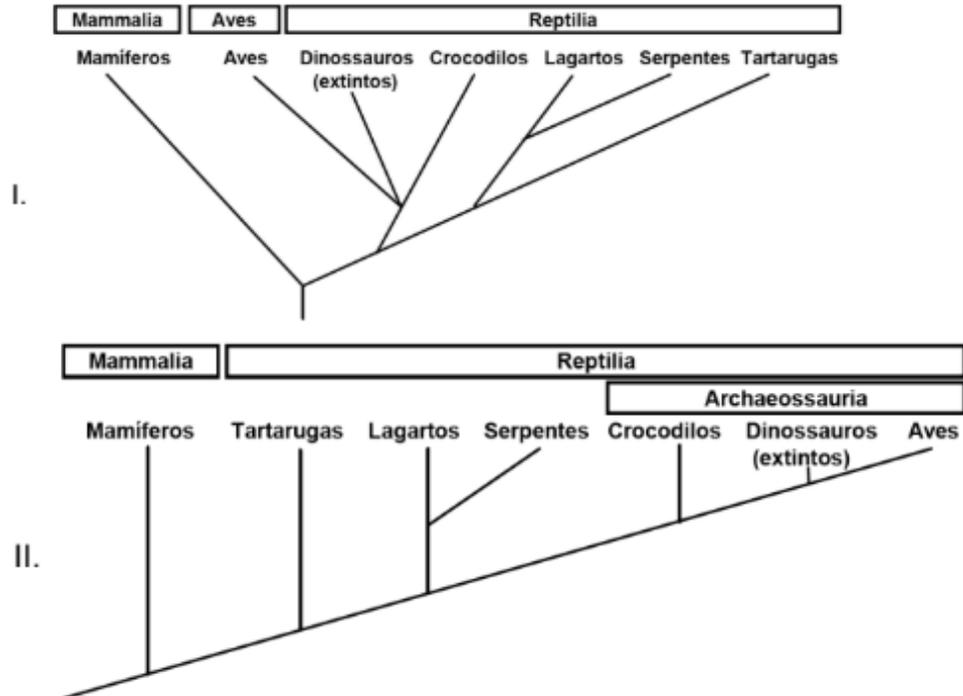


3. A classificação dos organismos de acordo com suas similaridades é uma tarefa que vem sendo discutida há muito tempo. Uma das discussões recai sobre o conceito de espécie. Um ponto em comum, seja qual for o método utilizado para o agrupamento dos organismos, é a certeza dos processos anagenéticos e os fatores de cladogêneses. A escola Filogenética tem como ponto chave o uso do maior número possível de caracteres, que podem ser anatômicos, fisiológicos, comportamentais e até moleculares, para determinar os grupos monofiléticos. Analisando a série de caracteres infere-se a condição primitiva e derivada do caráter, baseando-se nos grupos externos. As relações de parentesco entre os grupos analisados são organizadas nos cladogramas, expondo se dessa maneira as condições primitivas, derivadas, as anagêneses e as cladogêneses. Analise o cladograma abaixo e, com base no contexto exposto, responda: quantos nós, quantas cladogêneses, quantas anagêneses e quantos ramos, há, respectivamente, na figura?



- a) Cinco, quatro, uma e cinco.
- b) Cinco, cinco, uma e seis.
- c) Quatro, quatro, uma e quatro.
- d) Quatro, cinco, duas e seis.
- e) Cinco, seis, duas e seis.

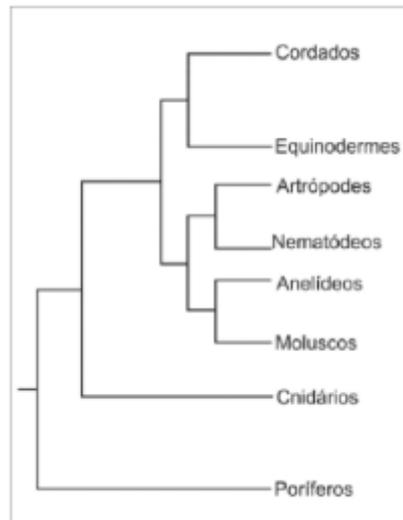
4. A aplicação da análise cladística traz importantes mudanças na proposta de filogenias construídas sob a ótica dos métodos tradicionais de classificação. Os esquemas abaixo (I e II) permitem comparar algumas destas mudanças.



A partir da análise dos esquemas apresentados é CORRETO afirmar que:

- Em ambas as propostas (I e II), o grupo formado por lagartos, serpentes e tartarugas é monofilético.
- Taxonomicamente, Mammalia, Aves, Reptilia e Archaeosauria correspondem a Classes.
- A filogenia I, que apresenta uma classificação baseada em cladística, considera que o grupo Reptilia é mais aparentado ao grupo Aves do que ao grupo Mammalia.
- O grupo Archaeosauria na filogenia II representa taxonomicamente uma Ordem da Classe Reptilia.
- A cladística é utilizada na construção da filogenia II, que agrupa crocodilos, dinossauros e aves com base em características compartilhadas.

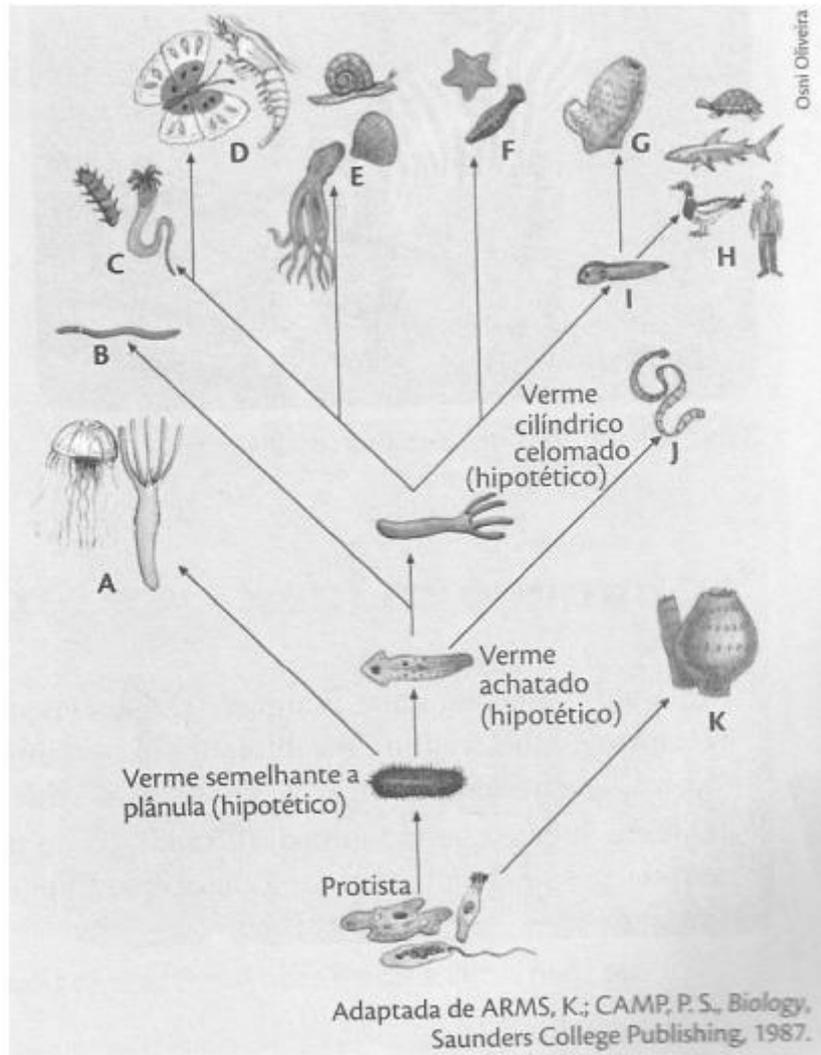
5. A figura representa uma hipótese das relações evolutivas entre alguns grupos animais. De acordo com essa hipótese, a classificação dos animais em Vertebrados e Invertebrados



Baseado em Tree of Life Web Project 2002.

- a) está justificada, pois há um ancestral comum para todos os vertebrados e outro diferente para todos os invertebrados.
- b) não está justificada, pois separa um grupo que reúne vários filões de outro que é apenas parte de um filão.
- c) está justificada, pois a denominação de Vertebrado pode ser considerada como sinônimo de Cordado.
- d) não está justificada, pois, evolutivamente, os vertebrados estão igualmente distantes de todos os invertebrados.
- e) está justificada, pois separa um grupo que possui muitos filões com poucos representantes de outro com poucos filões e muitos representantes.

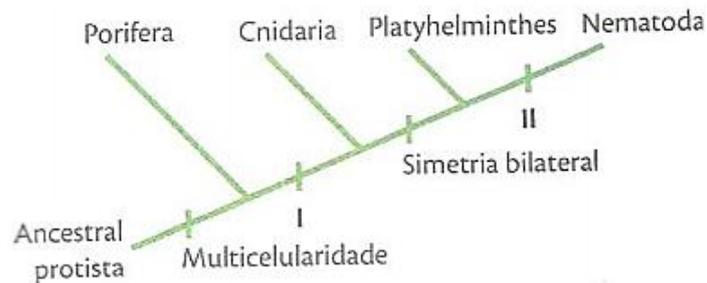
6. A figura a seguir mostra uma das árvores evolutivas sugeridas para os animais.



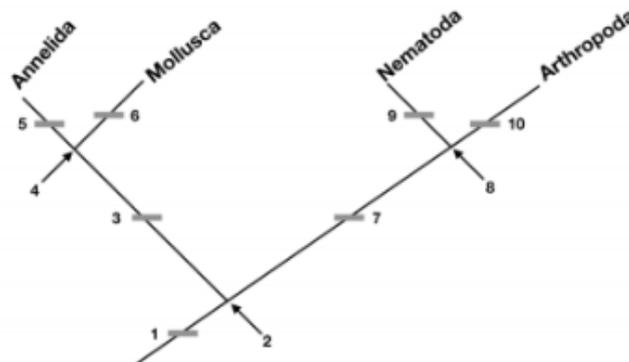
[Adaptada de "Biology", Arms, K & Camp, P. S., Saunders College Publishing, 1987]

- Sabendo-se que os Metazoários Triploblásticos são divididos em Protostomados e Deuterostomados, dê o nome de dois filos pertencentes a cada um destes grupos.
- Na figura, que letra representa cada um dos filos escolhidos por você?
- Dê uma característica dos Protostomados Triploblásticos. Como essa característica se apresenta nos Deuterostomados?

7. Na evolução dos diferentes grupos animais, muitas mudanças ocorreram para dar origem a seres mais complexos. Observe o cladograma (árvore filogenética) a seguir e responda ao que se pede:



- Os números I e II representam características que levaram ao surgimento dos táxons Cnidaria e Nematoda, respectivamente. Indique essas características.
  - Cite uma característica compartilhada entre protistas e animais que culminou na teoria monofilética, a qual sugere a origem dos animais a partir de protistas.
  - De acordo com o cladograma, os poríferos são considerados os animais com características mais primitivas. Qual a principal característica que classifica esses organismos como primitivos?
  - Por muito tempo, os poríferos não foram incluídos no Reino Animal. Hoje se sabe que esses organismos apresentam estruturas típicas de animais. Cite uma característica que inclui os poríferos no Reino Animal e, ao mesmo tempo, os exclui dos outros Reinos.
8. Nos últimos vinte anos, o estudo das relações filogenéticas entre os seres vivos vem passando por grandes transformações graças ao uso de informações do material genético – como, por exemplo, sequências de nucleotídeos do DNA - para elaboração de cladogramas. Dessa forma, algumas relações tidas como bem estabelecidas – como a proximidade dos anelídeos e artrópodes – vêm sofrendo reinterpretações, levando a um novo entendimento de como possivelmente se deu a evolução dos seres vivos na Terra.



O cladograma abaixo mostra uma aproximação do que, hoje se imagina, tenha sido a evolução de alguns grupos de animais.

- Com base no cladograma apresentado, quais são os números que representam os ramos do cladograma? Quais são os números que representam os nós?
- Explique o que significa dizer que uma característica é análoga a outra e o que significa dizer que uma característica é homóloga a outra.
- Explique o mecanismo que pode levar a uma bifurcação em um cladograma de relações entre espécies.

## Gabarito

---

1. **C**

A, B e C possuem o mesmo ancestral em comum e formam um conjunto com todos os descendentes desse ancestral. Portanto, são monofiléticos.

2. **D**

Há uma ramificação entre o homem e o chimpanzé. Isso indica que o homem não se originou diretamente dele, mas tem um ancestral em comum.

3. **B**

Há 5 nós (bifurcações) e, portanto, 5º evento de cladogênese. Seis ramos formam as espécies terminais, enquanto a anagênese, a modificação das espécies ao longo do tempo, ocorre no cladograma como um todo.

4. **E**

A mudança compara características que são comuns a crocodilos, dinossauros e aves, porém, a partir dos nós, surgem mudanças entre eles. Perceba que as aves foram classificadas de modo diferente nos dois esquemas

5. **B**

Os equinodermos fazem parte do grupo dos invertebrados, mas são filogeneticamente próximos dos cordados, que contém indivíduos vertebrados, mas também invertebrados.

6.

a) São filos constituídos por animais triploblásticos e protostomados:

B - Nematelmintes

C - Anelídeos

D - Artrópodes

E - Moluscos São triploblásticos deuterostomados;

F - Equinodermas

I - Cordados

b) Os filos e as letras correspondentes à figura estão relacionados acima.

c) Nos protostomados o blastóporo do embrião evolui originando a boca do animal adulto. Nos deuterostomados o blastóporo origina o ânus.

7.

a) a1- Tecidos verdadeiros, dois folhetos germinativos, cavidade digestória, simetria radial, gastrulação;

a2- Tubo digestivo completo, pseudoceloma;

b) Estrutura dos flagelos / Estrutura molecular dos ribossomos;

c) Ausência de tecidos verdadeiros;

d) Desenvolvimento embrionário.

8.

- a) Ramos do cladograma: 1, 3, 5, 6, 7, 9 e 10 Nós do cladograma: 2, 4 e 8
- b) Característica é análoga a outra Características análogas são as que apresentam semelhanças apenas funcionais característica é homóloga a outra homólogas são as que apresentam ontogeneticamente a mesma origem evolutiva.
- c) Em um cladograma de espécies uma bifurcação representa um evento de especiação, que pode ser por um isolamento geográfico levando ao isolamento reprodutivo.