



Tema 1

A GRIPE SUÍNA

REFERÊNCIA NO GUIA

"A gripe e suas mutações", págs. 25-31

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Identificar procedimentos para a prevenção das doenças infecciosas, em geral, e, em particular, da gripe A (H1N1).
- Analisar tabelas e gráficos sobre informações relativas à incidência e letalidade da gripe A em diferentes países.
- Associar a solução de problemas de saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico (Novo Enem).
- Identificar características do vírus da gripe A e os mecanismos associados à sua patogenicidade.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 7

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

No desenvolvimento deste tema, vamos rever os conhecimentos que os alunos já têm sobre a gripe A, com a intenção de que a compreendam no panorama mais amplo dos diferentes tipos de gripe e das mutações que sofrem os vírus que as causam.

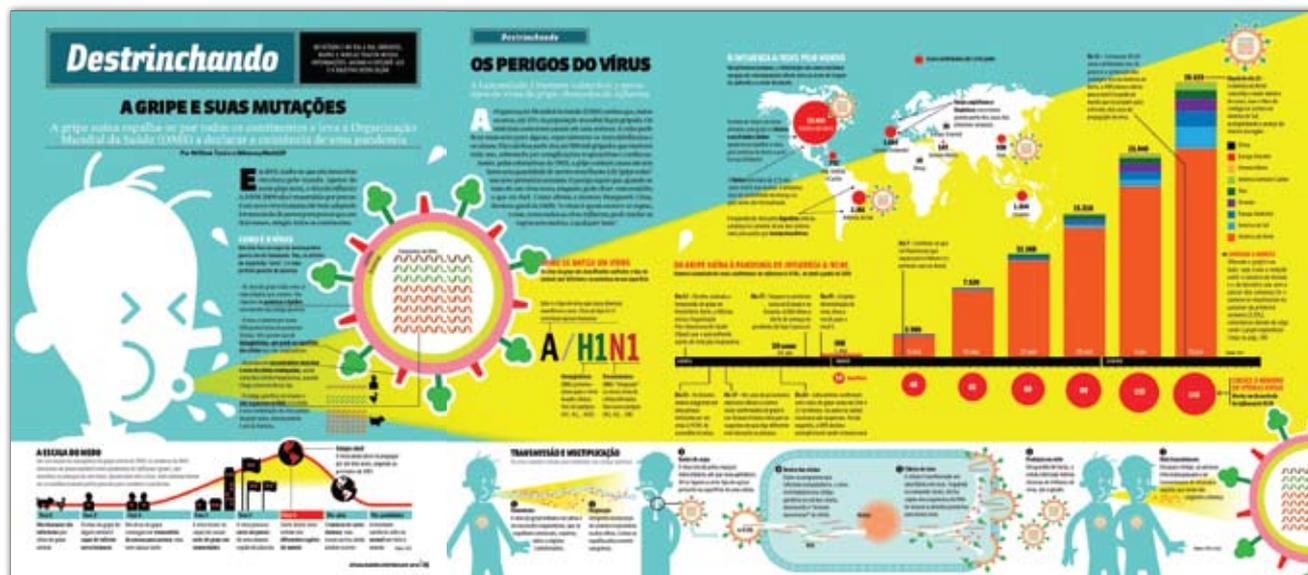
ETAPA 1 | Sensibilização: o que os alunos já sabem sobre a gripe A?

Comece com um bate-papo com os alunos: o que eles já sabem sobre a gripe A? Conhecem alguém que ficou

gripado? Quais as diferenças entre essa gripe e a gripe chamada sazonal?

Como essa etapa objetiva despertar o interesse dos alunos, não é necessário prolongar demais a discussão. Registre apenas as ideias ou os conceitos básicos que surgem da conversa, para retomá-los depois: mutações dos vírus que causam a gripe, a letalidade da gripe A, o que é uma pandemia, entre outros.

ETAPA 2 | Leitura de ilustração: a estrutura do vírus da gripe A



QUESTÃO 1

Os resultados do Saresp revelam que os alunos demonstram alguma dificuldade para ler e interpretar ilustrações.

Comece sugerindo que, a partir da ilustração, descrevam o vírus que causa a gripe A.

Apenas pela observação da figura, os alunos poderão perceber que o vírus da gripe A possui somente oito segmentos de RNA, revestidos de cápsulas de proteínas e de lipídeos.

QUESTÃO 2

Chame a atenção da turma para o fato de que cada filamento de RNA representa um gene e, também, para as cores desses filamentos ou genes. Por que estão representados por cores diferentes?

Com base na ilustração, os alunos perceberão que, dos oito filamentos do RNA, um representa um gene da gripe humana (filamento de cor marrom), dois, genes da gripe aviária (filamentos verdes), e cinco, genes da gripe suína (cor vermelha).

QUESTÃO 3

Agora peça que dediquem especial atenção às estruturas que cobrem a camada externa do vírus, indicando a função que elas desempenham no processo de transmissão da gripe A, com base na consulta às legendas da ilustração. Veja que o importante não são os nomes das estruturas, mas a compreensão dos mecanismos pelos quais se dá a transmissão da gripe A.

Para complementar a análise da ilustração, solicite que respondam à seguinte questão: por que a atual gripe recebe a denominação Influenza A/H1N1?

Influenza é o nome que se dá aos vírus da gripe, em geral. São vírus do tipo A aqueles que podem infectar mamíferos (como no caso da gripe suína) e aves (como ocorreu na gripe aviária – daí a designação da atual gripe. As letras H e N referem-se às iniciais da hemaglutinina e da neuraminidase, as proteínas que se fixam na camada externa do vírus. Já os números que acompanham as iniciais dessas proteínas indicam o subtipo dessas substâncias: o subtipo 1 da hemaglutinina e da neuraminidase.

ETAPA 3 | Discussão em grupo: medidas preventivas da gripe A

A esta altura, os alunos já identificam os recursos que o vírus da gripe A utiliza para penetrar nas células respiratórias, replicar-se em seu interior e delas sair para invadir outras células.

QUESTÃO 4

Sugerimos como tarefa seguinte que os alunos consultem o ciclo de transmissão e multiplicação dos casos da gripe.

QUESTÃO 5

Com base nas informações da ilustração, solicite que completem o quadro seguinte com os eventos principais das fases do ciclo e as medidas que protejam as pessoas de ser infectadas com o vírus da gripe (ações preventivas) ou que protejam as pessoas infectadas da ação do vírus (ações curativas). Muito possivelmente chegarão a um quadro semelhante ao seguinte:

CICLO DA TRANSMISSÃO – FASES	MEDIDAS PREVENTIVAS (OU CURATIVAS)
Fase 1 – Pessoa doente (transmissor) O vírus é eliminado pela saliva e em secreções respiratórias; Transmissão por meio de tosse, espirro, mão e objetos contaminados.	Cobrir sempre o nariz e a boca quando for espirrar. Usar máscaras. Utilizar sempre lenços de papel, jogando-os no lixo, em seguida. Permanecer em isolamento.
Fase 2 – Contaminação de pessoa saudável O vírus penetra pelas mucosas (sistema respiratório ou olhos).	Evitar tocar em objetos de uso comum (maçanetas, bebedouros, mãos etc.). Evitar levar as mãos aos olhos. Higienizar as mãos com água e sabão ou álcool em gel. Usar máscaras em locais em que haja pessoas infectadas (hospitais, por exemplo).
Fases 3, 4 e 5 – Atividade do vírus no interior do organismo O vírus injeta material genético em inúmeras células, replicando-se em seu interior. Quando as células se rompem, as cópias do vírus podem invadir novas células e contaminar outras pessoas.	Tomar medicamentos antivírus (Tamiflu), apenas sob recomendação médica, em casos confirmados de gripe A.

QUESTÃO 6

Informe os alunos de que o medicamento Tamiflu funciona como um inibidor das proteínas Neuraminidase – e da própria replicação do vírus. Desafie-os a explicar como ele funciona no organismo.

Como essas proteínas são responsáveis pela liberação dos vírus que se formam nas novas células infectadas, o medicamento impede que essa liberação ocorra. Além disso, se não ocorre replicação, não se formam mais vírus.

Se achar necessário, recomende aos alunos que, a partir dessas informações, elaborem cartazes informativos sobre as medidas preventivas, divulgando-os em locais estratégicos da escola ou da comunidade.

ETAPA 4 | Leitura de linha do tempo X gráfico: da gripe suína à pandemia de Influenza A/H1N1

Nesta etapa, os alunos vão exercitar a habilidade de leitura de uma linha do tempo, combinada com um gráfico, identificando o número de casos e a letalidade da gripe A, desde o aparecimento dos primeiros casos até 12 de junho de 2009. Em especial, no que se refere ao número de mortes, não deixe que a discussão assumam tons alarmistas, até porque a letalidade da gripe A vem se revelando inferior à da gripe comum.

QUESTÃO 7

Uma linha do tempo representa a cronologia dos principais eventos relativos a algum tipo de fenômeno ou processo. Chame a atenção dos alunos para a ilustração – ela representa uma linha do tempo? Qual o fenômeno ou processo representado?

Trata-se de uma linha do tempo que começa em 15 de abril e termina em 12 de junho de 2009 e registra o número de pessoas contaminadas pela gripe A (até 29 de abril) e também o de vítimas fatais, do dia 1º de maio até 12 de junho, em que a linha do tempo se transforma num gráfico ou pictograma: na parte superior do que seria a linha do tempo (ou a ordenada) são registrados os casos de gripe A; abaixo dela, o número de vítimas fatais da doença.

Destaque algumas peculiaridades do pictograma para os alunos: as cores das colunas do gráfico correspondem aos países indicados na legenda à direita; os círculos sobre a linha, com o registro dos casos fatais, entre outros.

QUESTÃO 8

Com base na observação do gráfico, solicite aos alunos que respondam por escrito às seguintes questões:

a) O diâmetro dos círculos, abaixo da linha, aumenta proporcionalmente ao número de mortes causadas pela gripe A, como costuma ocorrer em mapas que recorrem a esse tipo de legenda?

Em princípio, para conferir se essa proporção é obedecida, os alunos poderiam medir o diâmetro de dois círculos, comparando-os com os respectivos números em seu interior, com uma regra de três. No entanto, mesmo sem fazer nenhuma medida, poderão concluir que essa proporção não é obedecida, tomando como referência o círculo que indica 10 mortes em comparação com os demais. Isso porque, para que essa proporção fosse obedecida, o círculo correspondente a 46 mortes deveria apresentar um diâmetro 4,6 vezes maior que o primeiro; por sua vez, o último círculo, de 143 mortes, deveria ter um diâmetro 14,3 vezes maior que o inicial.

b) Sabendo-se que a taxa de letalidade é uma relação percentual entre o número de mortes causadas pela doença e o número de pessoas infectadas (doentes), qual é a taxa de letalidade da gripe A no período de abril a junho de 2009?

Para calcular a taxa de letalidade, basta apenas dividir, em cada período, o número de mortes pelo número de casos, multiplicando o resultado por 100. Assim, por exemplo, no México, no mês de maio, a taxa de letalidade foi de 2,79%, índice que cai progressivamente no decorrer do tempo, até chegar a 0,48%, em 12 de junho.

c) Segundo as estatísticas oficiais, a taxa de letalidade da gripe comum oscila em torno de 3%. Compare-a com as taxas de letalidade da gripe A no período de abril a junho de 2009.

No caso da gripe A, a maior taxa de letalidade foi a registrada quando surgiram os primeiros casos, no México, com 2,79%, mas não se tinha ainda todas as informações sobre a nova gripe. Rapidamente, essas taxas foram diminuindo, chegando a 0,48%, em 12 de junho, quando se pôde afirmar que a taxa de letalidade da gripe A é significativamente menor que a da gripe comum (0,48% para 3,0%).

d) Qual foi a rota de circulação do vírus Influenza H1N1 e o fator que facilitou sua circulação, segundo as informações da linha de tempo?

Conforme se vê, o foco inicial da gripe A ocorreu no México e, em seguida, nos Estados Unidos. No fim de abril, surgem casos na Oceania e na Europa; no início de maio, um brasileiro que viajara para o México é o primeiro a registrar a doença; em meados de junho, há registro de casos em praticamente todos os continentes. Sem dúvida, a circulação das pessoas entre os países e continentes é um dos fatores que possibilitam a rápida disseminação do vírus.

e) Alguns comentaristas estão considerando a gripe A uma infecção “democrática”. Esse termo é adequado segundo o que indica o gráfico?

Quando se verifica que a América do Norte reúne o maior número de casos e que a gripe A se estendeu por praticamente

todos os continentes, entende-se o uso da expressão “gripe democrática”. No entanto, esse termo pode ser questionado quando a própria Organização Mundial de Saúde reconhece que há alguns grupos de risco para essa doença: idosos acima de 60 anos, crianças menores de 2 anos, gestantes, pessoas com diabetes, doença cardíaca, pulmonar ou renal crônica, com deficiência imunológica ou alterações da hemoglobina. O mesmo questionamento pode ser feito quando pensamos nas possibilidades de acesso dos doentes a tratamento médico ou hospitalar adequado.

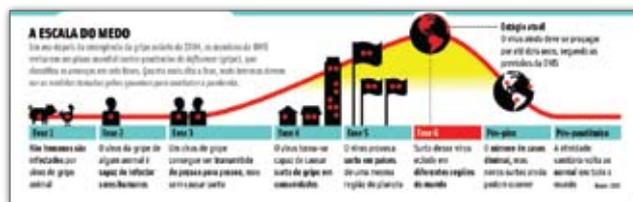
f) Na linha do tempo, usam-se os termos “surto” e “pandemia”. Em que circunstâncias eles foram empregados e qual o significado de cada um?

O termo “surto” é utilizado para se referir aos casos de infecção respiratória que surgem no México, em 12 de abril de 2009: surto é o aumento da ocorrência de um agravo à saúde (uma infecção respiratória, casos da gripe A, por exemplo) acima dos níveis esperados.

Já o termo “pandemia” é aplicado para se referir à possível ameaça representada pelo surgimento de novos casos na Oceania e na Europa. A pandemia, portanto, é uma epidemia que atinge grandes proporções, atingindo um ou mais continentes ou todo o mundo. Como nas epidemias – que sempre se referem a doenças infecciosas –, este é também critério para definir as pandemias.

QUESTÃO 9

Se julgar necessário, solicite aos alunos que consultem também a figura “A escala do medo”, na página 25, que apresenta as seis fases de uma pandemia, associando-as aos diferentes períodos da linha do tempo que acabaram de analisar.



Com base na ilustração, discuta com os alunos a seguinte questão: embora para muitos possa parecer que a epidemia da gripe A tenha surgido de uma hora para outra, a Organização Mundial de Saúde já tinha previsões de que isso pudesse acontecer?

Após a gripe aviária de 2003, que causou a morte de milhões de aves e de cerca de 250 pessoas no Sudeste Asiático, a Organização Mundial de Saúde começou a prever o que poderia acontecer caso o vírus da gripe de algum animal – como a gripe aviária, por exemplo – pudesse contaminar pessoas (fase 2) e circular entre elas (fase 3). Uma previsão que se baseou no fato de que o vírus da gripe, por ter uma estrutura genética bastante simples, está sujeito a sofrer mutações. Em outras palavras, era previsível que isso ocorresse.

ETAPA 5 | Leitura de texto: a origem do medo – uma história das pandemias

Comece a atividade retomando com os alunos o conceito de pandemia, que deve ser associado a dois critérios: a

das vacinas e do aumento de capacidade para desenvolvê-la e fabricá-la em grandes quantidades de doses, inclusive no Brasil; a evolução dos exames diagnósticos, dos medicamentos em geral, particularmente para gripes, da fabricação de substâncias acessíveis como o álcool gel, lenços, máscaras e luvas descartáveis, o desenvolvimento de meios globais de comunicação, da TV à internet, para informar e mobilizar rapidamente a população.

Em urbanização – a ampliação dos recursos da saúde, com aumento da quantidade de hospitais e postos de saúde, postos volantes e ambulâncias para atendimento na pandemia; a quantidade de farmácias para venda de medicamentos e os materiais preventivos, o acesso a água tratada e produtos de limpeza e higiene, como os sabonetes, a democratização do acesso a informação, tanto pelas mídias quanto pelos telefones fixos e celulares para solicitar atendimento. Merece destaque a evolução na organização social, das entidades civis aos governos, que possibilitam discutir, adotar e deflagrar rapidamente medidas coletivas, como o recesso escolar ou a mudança de procedimentos sociais e médicos nas diferentes etapas da pandemia.

ETAPA 7 | Dos conhecimentos à ação

Como estamos vivendo uma pandemia da gripe, após a discussão desses temas, com apoio do material do *Guia* e de outras fontes de pesquisa, os alunos podem ser mobilizados para assegurar que as medidas de prevenção possam ser divulgadas e disseminadas no ambiente escolar.

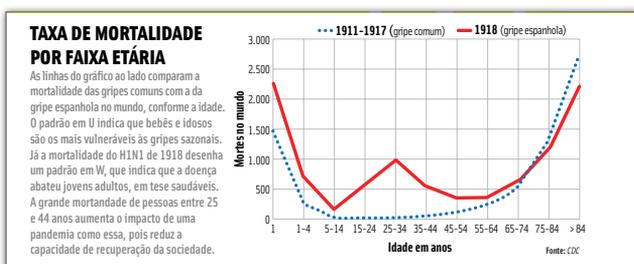
Dependendo das condições, discuta com eles a oportunidade de elaborar folhetos e cartazes para anexar nos murais da escola e nos diferentes ambientes, por exemplo, banheiros, bebedouros, salas de aula, sala de vídeo, auditório, biblioteca, refeitório, sala dos professores, secretaria e pátio. Pode ser interessante promover discussões sobre medidas preventivas com outras turmas e com a comunidade, sob a liderança de alunos dessas séries.

ETAPA 8 | Proposta de avaliação sobre o tema: resolução escrita de questões

Para aferir as habilidades desenvolvidas pelos alunos, sugerimos a resolução das seguintes questões para resposta escrita, individual ou em duplas:

QUESTÃO 13

O gráfico compara a mortalidade associada à gripe comum com a associada à gripe espanhola no mundo, conforme a idade.



Com base no gráfico, responda às questões:

a) Como respondem as várias faixas etárias aos dois tipos de gripe? Aponte semelhanças e diferenças nessas respostas.

Espera-se que os alunos revelem a habilidade de leitura e interpretação do gráfico, chegando às seguintes diferenças entre as respostas das diversas faixas etárias às duas gripes:

- enquanto crianças com menos de 1 ano de idade são mais sensíveis à gripe espanhola, idosos maiores de 84 anos são mais sensíveis à gripe comum;
- na faixa entre 5 e 45 anos, a sensibilidade é maior à gripe espanhola do que à gripe comum.

Espera-se ainda que reconheçam como uma semelhança entre as duas gripes que ambas fazem vítimas em todas as faixas etárias.

b) Quando se tem como critério a recuperação de uma sociedade, após a ocorrência de uma pandemia, em que tipo de gripe essa capacidade estará mais preservada: na gripe comum ou na gripe espanhola?

Espera-se que os alunos associem a capacidade de recuperação da sociedade à faixa etária que corresponde à vida produtiva mais intensa dos cidadãos, no caso às pessoas entre 25 e 45 anos, mais suscetíveis à gripe espanhola, conforme mostra o gráfico. Logo, a capacidade de recuperação da sociedade estará mais preservada em epidemias da gripe comum.

QUESTÃO 14

O mapa registra as rotas de comércio e de turismo internacional no planeta. É possível estabelecer alguma correlação entre as informações do mapa e a disseminação do vírus A/H1N1? Explique.



Espera-se que os alunos demonstrem a habilidade de “ler” o mapa, verificando que as rotas no Atlântico Norte, no Mediterrâneo e entre a América do Norte e a Europa são as mais movimentadas, em termos do comércio e do turismo. A partir daí, é esperado que consigam perceber que a gripe A seguiu mais ou menos essas regras: surge na América do Norte (México e Estados Unidos); em seguida chega à Oceania e à Europa, para então chegar à América Latina (ao Brasil). A África, a região, no mapa, menos ligada a rotas de turismo ou comerciais, foi a região na qual a gripe A mais demorou a chegar.

BIODIVERSIDADE AMEAÇADA

REFERÊNCIA NO GUIA

“Contagem regressiva”, págs. 186-191

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- ➔ Explicar causas e efeitos da extinção de determinadas espécies.
- ➔ Construir argumentação plausível para a defesa da preservação da biodiversidade.
- ➔ Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade (Novo Enem).

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 6

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

ETAPA 1 | Leitura de texto

Além de estar presente na mídia, o tema da biodiversidade integra as propostas curriculares de Biologia e Geografia. Portanto, inicie a discussão levantando com os alunos o que já conhecem sobre o assunto: o que é biodiversidade? Como a biodiversidade se distribui no planeta? Há regiões que se distinguem pela riqueza de sua biodiversidade? Qual é a situação do Brasil em relação a essa característica?

Muito provavelmente os estudantes vão se referir à biodiversidade – ou à diversidade biológica – como a riqueza e a variedade existentes no mundo natural, isto é, a abundância de formas de vida, sejam elas animais, sejam elas vegetais. Alguns talvez se refiram a outro nível da biodiversidade, representado pelos genes contidos nos indivíduos e nas espécies.

Certamente não indicar o Brasil como um dos países campeões em biodiversidade – o que pode fazê-los considerar que regiões tropicais, em geral, podem apresentar maior biodiversidade.

Não se preocupe em esgotar o assunto nesta primeira rodada de

discussão, na qual queremos despertar o interesse dos alunos para a ler **a primeira parte do texto (págs. 187-188)**. Se julgar adequado, solicite que leiam conjuntamente o texto, intercalando a leitura com paradas necessárias para os comentários que julgarem necessários.

Ao final da leitura, peça que respondam às seguintes questões:





QUESTÃO 1

Em 2009, foram “descobertas” inúmeras espécies de animais e vegetais. Como se reconhece que essas espécies são novas?

Espera-se que, de início, os alunos reconheçam que a classificação taxionômica oferece critérios para classificar animais e plantas segundo suas características fisiológicas, evolutivas, anatômicas e ecológicas e que a espécie é a unidade taxionômica fundamental que agrupa seres vivos que possuem essas mesmas características. Deve ficar claro, portanto, que identificar e nomear os seres vivos não se resolve apenas com a observação de sua aparência externa. Atualmente, é possível verificar o DNA do espécime encontrado, o que permite diagnósticos mais precisos. Quando um animal ou vegetal, examinado segundo esses métodos, não se encaixa em nenhuma das espécies já descritas, tem-se uma nova espécie.

QUESTÃO 2

Segundo os textos, quais são os números que comprovam a superioridade brasileira em termos de biodiversidade animal e vegetal? Separe ou tabule esses dados.

Com base nas informações do texto, os alunos podem chegar a uma tabela semelhante à seguinte, pelo menos no que se refere às três primeiras colunas.

ESPÉCIES	NÚMERO DE ESPÉCIES	PROPORÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ESPÉCIES DO MUNDO	%
ANIMAIS			
Mamíferos	522	1 em 10	10
Aves	1.622	1 em 6	16,6
Répteis	468	1 em 18	5,5
Anfíbios	516	1 em 12	8,3
PLANTAS	55.000	1 em 5	18

Se achar interessante, solicite aos alunos que insiram outra coluna, transformando as proporções em porcentagem – um exercício simples de regra de três. Note que, no caso das plantas, o texto já informa a porcentagem de espécies no Brasil (18%); o que se quer é que os alunos façam o caminho inverso, calculando essa proporção. A partir desses cálculos, poderão perceber que o Brasil concentra perto de 20% das espécies de plantas e de aves do planeta e cerca de 10% dos mamíferos e dos anfíbios.

QUESTÃO 3

Qual é o critério utilizado pela autora do texto para descrever a biodiversidade brasileira? Esse é o único critério possível para essa descrição?

Na resposta ao item anterior ficou claro que a autora descreve a biodiversidade brasileira segundo o número de espécies, ou seja, ela está sendo “medida” por esse critério.

Outra possibilidade de mensurarmos é a biomassa de determinada espécie, ou seja, a quantidade de matéria viva dos animais ou plantas que a constituem. Assim, quando se compara a biomassa dos vertebrados, verifica-se que a dos anfíbios é maior que a dos répteis, aves e mamíferos. Isso significa, por exemplo, que, numa área em que convivem todos esses animais, teríamos em 1 metro quadrado uma biomassa maior de anfíbios do que a de quaisquer outros vertebrados.

Há ainda outra possibilidade de “medir” a biodiversidade no interior de uma espécie: as diferenças genéticas entre os indivíduos que

a constituem. Por exemplo, quando a variabilidade genética é pequena, como a que ocorre entre lobos-guarás, os indivíduos são muito semelhantes, o que pode aumentar seu risco de não sobreviver em determinadas circunstâncias, como doenças, mudanças no ambiente etc. Ao contrário, quando a variabilidade genética é grande, aumentam as chances de sobrevivência da espécie.

QUESTÃO 4

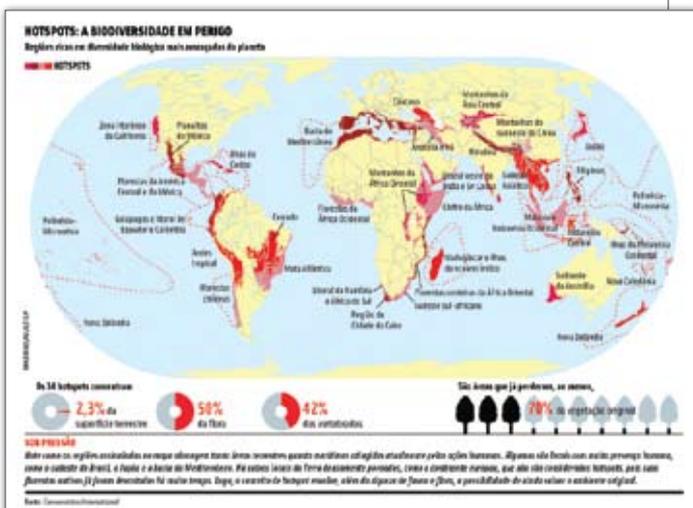
Para conservarmos a biodiversidade, qual é a importância de conhecermos a dinâmica complexa dos processos que ocorrem na natureza?

De certa forma, conhecer como os seres vivos se relacionam entre si e com o meio ambiente contribui para diagnosticar como determinados fatores podem interferir na sobrevivência de certas espécies. Assim, por exemplo, já se sabe que uma interferência é o excesso de fertilizantes aplicados por irrigação que pode escoar para os rios e para os depósitos subterrâneos, poluindo importantes recursos hídricos. Sabe-se também que o uso excessivo de fertilizantes provoca a emissão de gás carbônico e de óxido nitroso, que têm impacto na alteração de clima.

Essas mudanças podem resultar no desequilíbrio de muitos ecossistemas, comprometer a sobrevivência de espécies e pôr em risco a biodiversidade. Portanto, reconhecer a complexidade dessas relações permite antecipar possíveis resultados e atuar preventivamente para que eles não ocorram.

ETAPA 2 | Leitura de mapas: a biodiversidade em perigo

Muito provavelmente os alunos já conhecem o conceito de **hotspots (pontos quentes)**, ou seja, regiões do planeta cuja biodiversidade sofre mais ameaças. Antes de começar a discutir o assunto, confira com eles o significado do termo. Se achar indispensável, comente que esse conceito foi criado em 1988, por um cientista inglês, Norman Myers, interessado em chamar a atenção do mundo para a necessidade de conservar regiões que, embora apresentassem os mais altos níveis de biodiversidade, estavam ameaçadas pela ação humana. Na ocasião, Myers identificou 10 hotspots mundiais, número que passou a 25, com a pesquisa realizada pela equipe do cientista norte-americano Russell Mittermeier no período de 1996 a 1999. Em 2005, mais nove



regiões foram consideradas áreas de risco, chegando-se a 35 hotspots. Para que os alunos ampliem sua visão sobre o que são os hotspots, proponha uma atividade de análise, em grupos, do mapa anterior.

QUESTÃO 5

Para orientar a análise, sugira que construam, inicialmente, um quadro identificando os hotspots nos continente ou subcontinentes e áreas em que estão, uma estratégia para chamar atenção sobre as informações do mapa. Para essa atividade, pode ser útil ter em classe o atlas escolar. Espera-se que cheguem a um produto semelhante ao seguinte:

HOTSPOTS	CONTINENTE, SUBCONTINENTE OU REGIÃO
Litoral da Namíbia e África do Sul	África
Madagáscar e Ilhas do oceano Índico	
Florestas costeiras da África Oriental	
Sudeste sul-africano	
Região da Cidade do Cabo	
Montanhas da África Oriental	
Florestas da África Ocidental	
Chifre da África	
Ilhas do Caribe	América Central
Florestas da América Central e do México	América Central e América do Norte
Planaltos do México	América do Norte
Zona litorânea da Califórnia	
Florestas chilenas	América do Sul
Andes tropicais	
Cerrado	
Galápagos e litoral do Equador e Colômbia	
Mata Atlântica	
Japão	Ásia
Litoral oeste da Índia e Sri Lanka	
Sudeste Asiático	
Índia e Sri Lanka	
Montanhas da Ásia Central	
Himalaia	
Montanhas do sudoeste da China	
Anatolia e Irã	
Caucaso (Rússia-Irã)	
Bacia do Mediterrâneo	Europa
Ilhas da Polinésia-Micronésia	Oceania
Ilhas da Melanésia Ocidental	
Nova Zelândia	
Nova Caledônia	
Sudoeste da Austrália	
Filipinas	Sudeste Asiático
Malásia e Indonésia Ocidental	
Indonésia Central	

Encerrada essa fase, propomos discutir ainda em grupo as seguintes questões:

QUESTÃO 6

Segundo o que se observa no mapa, quais são as zonas climáticas da Terra mais ricas em biodiversidade?

O que se pretende é que relacionem a biodiversidade com o clima e a quantidade de calor, recapitulando o conceito de zonas climáticas. Conforme se vê no mapa, não há hotspots nas zonas polares Ártica e Antártica, e poucos são os das zonas temperadas norte ou sul. Logo, a maioria dos hotspots está na zona tropical, entre o Trópico de Câncer e o de Capricórnio. Em outras palavras, nos trópicos úmidos, a biodiversidade é a maior do planeta.

QUESTÃO 7

Quais são os fatores associados à grande biodiversidade na região ocupada prioritariamente pelos hotspots?

Há muita controvérsia a respeito desse assunto, mas se espera aqui que os alunos retomem conceitos que já devem ter sido tratados no Ensino Médio: na região dos trópicos, há fatores que favorecem a biodiversidade, como as condições climáticas (insolação, temperatura, umidade), e grandes áreas que podem ser ocupadas pelas espécies, entre outras.

QUESTÃO 8

Como se pode argumentar que os 35 hotspots sejam as regiões com a maior biodiversidade do planeta?

Muitos são os argumentos, entre os quais as próprias condições climáticas dos trópicos. Mas o mapa oferece informações com argumentos irrefutáveis: embora concentrem 2,3% da superfície terrestre, os 35 hotspots concentram 50% da flora e 42% dos vertebrados do planeta.

QUESTÃO 9

Determinar os hotspots pode ser considerado uma estratégia eficiente para a preservar a biodiversidade? Por quê?

Nesse debate, o professor pode estimular a discussão de alguns aspectos:

- a determinação dos hotspots põe em evidência as áreas ameaçadas, o que pode mobilizar a opinião pública local, nacional e internacional para a sua preservação;
- embora algumas ilhas sejam consideradas hotspots, não há referência propriamente a ambientes marinhos e aquáticos em risco, o que pode limitar a validade da estratégia quanto a preservar a biodiversidade. Afinal, em determinadas áreas de rios, mangues, lagoas, há alto nível de degradação, o que põe em risco a sobrevivência de espécies animais e vegetais;
- os alunos podem também indicar ecossistemas que deveriam ser considerados hotspots, como a floresta Amazônica ou outros, mesmo aquelas áreas que já perderam 70% da vegetação original.

QUESTÃO 10

Como a estratégia de indicar os hotspots poderia ser aperfeiçoada para contribuir para preservar a biodiversidade?

Provavelmente, entrará em discussão a questão de como recu-

por diferentes atividades: desmate para cultivos agrícolas, expansão urbana etc. As frações menores, por sua vez, são mais suscetíveis à degradação, um exemplo típico do que ocorre no cerrado.

Para que os alunos tenham uma ideia do número de espécies ameaçadas de extinção, apresente a eles a seguinte tabela:

BIODIVERSIDADE SOB AMEAÇA		
Espécies ameaçadas pela ilicitude e as ameaças de extinção no mundo em 2006		
	ESPÉCIES EXISTENTES	ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO
Anfíbios	6.147	1.925
Aves	9.992	1.252
Mamíferos	5.405	1.183
Peixes	36.703	1.276
Reptis	8.714	423
Insetos	208.500	8.452

ALTA VERTIBILIDADE
Para cada determinada classe de animais ocorre um alto número de espécies. 30% das espécies ameaçadas e 27% das espécies estão ameaçadas. No mundo, é de notar que as espécies ameaçadas são a maioria em todas as classes de animais. Isso demonstra que a extinção de uma espécie é um processo de grande importância.

Fonte: dados baseados nos dados do Livro Vermelho da IUCN.

Um bom exercício seria solicitar aos estudantes que calculem a porcentagem de espécies de vertebrados e de vegetais que estão ameaçadas de extinção, com base nos números da tabela. Dessa maneira, poderão verificar que são os anfíbios os que se encontram mais ameaçados (30%), seguidos dos mamíferos (20,8%) e das aves (12,2%). Uma possibilidade de ampliar os referenciais dos alunos é solicitar que façam uma pesquisa sobre animais brasileiros em risco de extinção. Com base nos resultados da pesquisa, estimule-os a elaborar cartazes ilustrados com *slogans* que denunciem ações que concorrem para o extermínio de alguns desses animais. Para inspirá-los, pode-se usar como referência **uma propaganda que foi utilizada para elaborar um item do Enem 2007.**



Elaborados os cartazes, pode-se planejar como poderão ser exibidos na escola ou na comunidade. Se for o caso, uma seleção prévia pode ser interessante, com base em alguns critérios definidos antecipadamente pelos alunos.

ETAPA 4 | Avaliação sobre o tema: resolução de questões do Enem

Para avaliar as habilidades desenvolvidas pelos alunos, proponha a resolução dos seguintes itens do Enem. Opte pela solução individual; em seguida, discuta com o grupo as respostas, elucidando possíveis dúvidas.

QUESTÃO 11 (ENEM 2004)

A grande produção brasileira de soja, com expressiva participação na economia do país, vem avançando nas regiões do Cerrado brasileiro. Esse tipo de produção demanda grandes extensões de terra, o que gera preocupação, sobretudo

- econômica, porque desestimula a mecanização.
- social, pois provoca o fluxo migratório para o campo.
- climática, porque diminui a insolação na região.
- política, pois deixa de atender ao mercado externo.
- ambiental, porque reduz a biodiversidade regional.

Resposta: E

Espera-se que os alunos reconheçam uma das ameaças à biodiversidade. A expansão da soja, nas regiões do cerrado, provoca impacto ambiental, ameaça a biodiversidade vegetal (espécies nativas substituídas pela soja) e a animal (além de alterar e destruir habitats de espécies nativas, a monocultura da soja é mais um fator que conspira contra a biodiversidade).

QUESTÃO 12 (ENEM 2007)

Devido ao Aquecimento Global e à conseqüente diminuição da cobertura de gelo no Ártico, aumenta a distância que os ursos-polares precisam nadar para encontrar alimentos. Apesar de exímios nadadores, eles acabam morrendo afogados devido ao cansaço.

A situação descrita acima

- enfoca o problema da interrupção da cadeia alimentar, o qual decorre das variações climáticas.
- alerta para prejuízos que o Aquecimento Global pode acarretar à biodiversidade no Ártico.
- ressalta que o aumento da temperatura decorrente de mudanças climáticas permite o surgimento de novas espécies.
- mostra a importância das características das zonas frias para a manutenção de outros biomas na Terra.
- evidencia a autonomia dos seres vivos em relação ao *habitat*, visto que eles se adaptam rapidamente às mudanças nas condições climáticas.

Resposta: B

Os alunos devem reconhecer que o impacto de fatores diversos sobre a biodiversidade, no caso o aquecimento global, pode contribuir para reduzir a população de ursos-polares, já ameaçados de extinção.



Tema 3

DARWIN E A TEORIA DA EVOLUÇÃO

REFERÊNCIA NO GUIA

"Obra inacabada", págs. 192-197

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Inferir que o resultado da seleção natural são a preservação e a transmissão para os descendentes das variações orgânicas favoráveis à sobrevivência da espécie no ambiente.
- Construir conceitos para a compreensão: de árvores filogenéticas, em geral, e da árvore da evolução dos seres vivos.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 4

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM
ETAPA 1 | Leitura de imagem – árvore da vida: o que é evolucionismo?

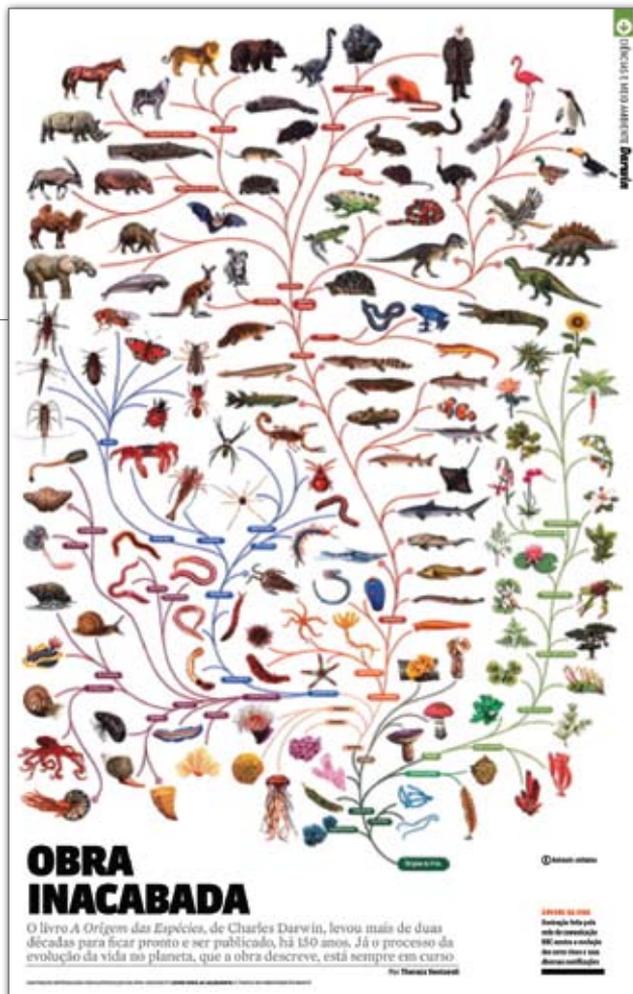
Nesta fase da escolaridade, os alunos certamente já dominam conceitos básicos relativos à evolução. Portanto, nessas situações de aprendizagem vamos apenas passar em revista tais conceitos, além de fortalecer uma habilidade na qual nem sempre os alunos se saem bem: interpretar árvores filogenéticas, chamadas também de cladogramas ou árvores da vida, **como se vê na ilustração ao lado.**

QUESTÃO 1

Apresente a ilustração aos alunos – de início, não é necessário que se detenham nos detalhes, mas que observem o aspecto geral da árvore filogenética apresentada. Para eles, o que a ilustração representa? A partir do reconhecimento do fenômeno representado – a evolução dos seres vivos –, peça à turma que aponte características ou elementos da **evolução** – ou **evolucionismo**.

Muito provavelmente eles vão se referir a aspectos como:

- um ser vivo se origina de outro, o que é diferente da afirmação "uma espécie se origina de outra". Faça-os reconhecer a diferença entre as frases: o fato de um ser vivo se originar de outro não representa necessariamente um princípio evolutivo. Com efeito, segundo o criacionismo, as espécies não se modificam no decorrer do tempo, mas "um ser vivo se origina de outro";
- as espécies se modificam no decorrer do tempo;
- há espécies que conseguem sobreviver, ao longo da evolução, dando origem a outras; ao contrário, há espécies que são extintas (identificadas pela letra E, na ilustração).



QUESTÃO 2

Para encerrar esta fase da discussão, apresente aos alunos a síntese das **ideias de Darwin, resumidas na página 195 do Guia**. Desafie a classe com a seguinte questão: das sete ideias apresentadas, quais estão representadas explicitamente na árvore da vida? Peça ainda que justifiquem sua resposta.

Aqueles que nascem com alguma característica que os ajude a superar as dificuldades impostas pelo meio – seja maior resistência à doença ou ao frio, seja pernas mais fortes para fugir dos predadores, seja a visão mais aguçada para localizar alimentos – sobrevivem por mais tempo, reproduzem-se e transmitem à prole essas características favoráveis.

Em qualquer tempo, os indivíduos bem dotados tendem a morrer mais cedo e, portanto, não deixam filhos. Assim, no decorrer das gerações, os características benéficas vão se tornando cada vez mais comuns numa espécie.

Segundo a teoria de Darwin, foi esse mecanismo que, por meio de mudanças lentas e graduais, deu ao camaleão a capacidade de se camuflar a qualquer coisa e vencer as pressões, à guisa de grande velocidade e de arco de rapina a vista aguçadíssima – todos são características que favoreceram a sobrevivência.

Muitas ideias de evolução

Charles Darwin não foi o primeiro a afirmar que as espécies mudam. Antes dele, no século IV a.C., já observava que a forma dos dentes no homem – afilada no homem, para a mordida, e achatada no cavalo, para a mastigação – “como outros pontos do corpo, parecem existir por adaptação do organismo a um fim”, ou seja, como adaptação a uma exigência do meio. Em meados do século XIX, grande parte dos naturalistas já tinham aceitado que as plantas não existiam em ambientes que as diferentes espécies animais e vegetais tinham sido criadas, mas sim, por Deus, a partir de um único ancestral comum, descendentes em profusão depois, os seres animais que não tinham embarcado na arca de Noé e teriam sido, portanto, extintos pelo dilúvio bíblico. Ainda assim, muitos naturalistas levantaram diversas hipóteses sobre as transformações sofridas pelas espécies no decorrer do tempo.

Uma das hipóteses mais citadas nos livros acadêmicos é a de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). Para o naturalista francês, os pais transmitem aos filhos as características adquiridas no decorrer da própria vida. Num exemplo extremo, uma girafa, ao alcançar os galhos mais altos para se alimentar, seus filhos já nascem, mais tarde, com uma cerviz no dobro. Assim as teorias – a de Lamarck e a de Darwin – atribuíam importância

à sobrevivência do meio na evolução das espécies. A diferença entre elas está em como essa influência se dá.

O longo tempo da girafa é um bom exemplo para mostrar sua que pensa as ideias lamarckianas diferentes das darwinianas. Para Lamarck, as girafas nascem com a pescoço esticado porque seus pais, ao se alimentar, esticaram a cabeça e a girafa, ao longo da vida, passa a ter um pescoço mais longo. O pensamento de Darwin é bem mais sofisticado: a espécie de girafa ao não é herdada dos pais, sim. É os girafas que nascem com o pescoço mais longo se alimentaram mais facilmente. Como isso facilitava a alimentação – ou seja, favorecia a sobrevivência – a girafa possuía ancestral comum à espécie reprodutora e transmite essa característica para pelo menos um de seus filhos. O filho selecionado, por sua vez, manteve a vantagem de sobrevivência sobre seus irmãos e gerou mais prole, pois conseguiu escapar com maior facilidade as fêmeas altas e gerar mais filhos de pescoço longo. E assim por diante, geração a geração, por milhares ou milhões de anos, até que o mundo passou a ter apenas girafas pescoçudas.

As ideias de Darwin

1. Os indivíduos de uma mesma espécie não são todos idênticos. Entre os humanos, alguns são altos, outros baixos, alguns têm dentes mais longos, outros têm dentes mais finos.
2. Muitos – mas não todos – diferenças hereditárias ou biológicas observadas entre os indivíduos de uma população são transmitidas de uma geração a outra. É como diz o provérbio: “filho de pai, pai de filho”.
3. Os indivíduos que tenham características que contribuam para sua sobrevivência viverão até a idade de reprodução. As girafas que nascem com patas bem desenvolvidas têm maior chance de fugir dos ataques dos predadores e sobreviver.
4. Ao se reproduzirem, esses indivíduos têm grande chance de transmitir à sua prole as variações que favoreceram a sobrevivência.
5. Eventualmente, um indivíduo sofre uma modificação aleatória no processo de formação do organismo. À época de Darwin não existia o conceito de gene. Hoje sabemos que essas modificações aleatórias são devidas a alterações genéticas.
6. Se essa alteração aleatória favorecer a sobrevivência do indivíduo, ele chegará à idade de reprodução com grande chance de transmiti-la a pelo menos parte de sua prole. Os filhos que nascem com a alteração favorável à sobrevivência novamente terão mais chance de sobreviver e se reproduzir muito facilmente.
7. A repetição do mecanismo de herança e adaptação ao ambiente no decorrer de várias gerações leva a mudanças graduais num grupo de indivíduos da espécie, até que esse grupo fica tão diferente do original que surge uma nova espécie.

Se os alunos tiverem algum tipo de dúvida sobre o que fazer, leia com eles cada uma das frases e verifique em que medida elas estão evidenciadas na ilustração. Como a ilustração apresenta grupos de seres vivos – e não populações –, e, além disso, cada grupo é identificado por um único representante, a árvore da vida não é um recurso para que as ideias de Darwin possam ser identificadas. De certa forma, a ilustração permite identificar exemplos de grupos que atendem (ou não) ao proposto na frase 4 – “Ao se reproduzirem, os indivíduos bem-sucedidos têm grande chance de transmitir à sua prole as variações que favorecem a sua sobrevivência.” Com efeito, os grupos que constam da árvore conseguiram transmitir à prole as variações que favoreceram sua sobrevivência, o que não deve ter ocorrido com os grupos extintos.

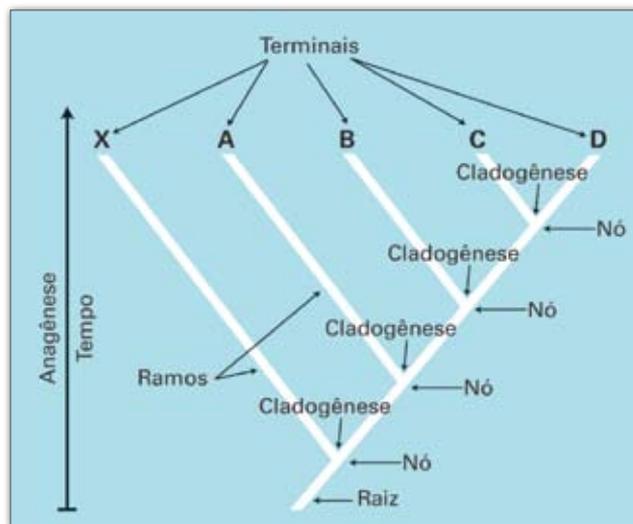
ETAPA 2 | Aula expositivo-dialogada: o que é uma árvore da vida?

É possível que os alunos usem os termos “árvore filogenética” ou “cladograma”. Como vemos na ilustração, a árvore da vida é uma representação gráfica que expressa as relações evolutivas entre as diferentes espécies ou grupos de espécies que compartilham ancestrais comuns. Segundo os resultados do Saresp 2009, ainda há uma

porcentagem significativa de alunos que não conseguem interpretar adequadamente as relações de parentesco representadas em árvores filogenéticas ou cladogramas, muito provavelmente porque não dominam suficientemente essa linguagem. Se esse for o caso de seus alunos, aproveite para retomar esses conceitos, e, como a árvore da vida está muito “congestionada”, talvez seja mais fácil trabalhar com um cladograma mais simplificado, como o da figura.

QUESTÃO 3

Apresente um cladograma aos alunos – este ou outro qualquer.



A partir do esquema, solicite que identifiquem as partes que compõem um cladograma.

Conforme se vê no esquema, os alunos podem identificar a raiz, os nós, os ramos e os terminais.

Peça, agora, que comparem este cladograma com um trecho qualquer da árvore da vida, para que identifiquem as informações fornecidas em cada uma dessas partes. Se for o caso, pode ser feito um quadro semelhante ao seguinte:

PARTE DO CLADOGRAMA	
Terminais	São ocupados pelos grupos de seres vivos ou espécies. Neste esquema, são representados pelas letras A, B, C, D ou X; na árvore da vida, pelos representantes do homem, do leão, do urso, do elefante, entre tantos outros.
Ramos	São as linhas do cladograma; podem ser representadas por traços retos ou curvos.
Nós	São os pontos de onde partem as ramificações. Cada nó representa o possível ancestral para os grupos que se situam acima dele. Na árvore da vida, os nós estão identificados pelos respectivos nomes do grupo ancestral. Cada nó representa um processo de cladogênese: uma população gera duas ou mais populações que não mais se comunicam. Na árvore da vida, por exemplo, a população de carnívoros se separa em populações de lobos, ursos, leões e focas.
Raiz	Indica a origem da cladograma; a população, grupo ou espécie que originou as demais.

Se você julgar conveniente, proponha novos exercícios de interpretação da árvore da vida, como estratégia para que os alunos desenvolvam essa habilidade.

ETAPA 3 | Elaboração de resumo do texto

Como os alunos já trabalharam o tema do evolucionismo, solicite que elaborem um resumo do texto (págs. 194-197), registrando os principais conceitos nele discutidos.

Se achar necessário, sugira um roteiro de perguntas para orientá-los na elaboração do resumo; no entanto, como esse assunto é habitualmente desenvolvido ao longo da Educação Básica, se preferir, solicite apenas que façam uma síntese de fatos, fenômenos e processos apresentados, preparando-se para a socialização das sínteses para a classe.

QUESTÃO 4

Sugestão de roteiro de perguntas

a) Como Darwin chegou à teoria da evolução?

O importante é que os alunos destaquem alguns aspectos da investigação de Darwin: a observação científica cuidadosa e detalhada, o registro e a sistematização de informações (método), o tempo gasto na investigação e na elaboração das conclusões etc. Sob o ponto de vista dos conceitos, é necessário destacar especialmente a seleção natural.

b) Quais são as diferenças básicas entre o pensamento de Darwin e o de Lamarck?

A esse respeito, vale o lembrete: certos livros didáticos acabam fazendo com que os alunos, ao confrontar as ideias de Darwin e Lamarck, acabem fazendo um juízo de valor: Darwin estava certo, Lamarck estava errado. Esse não é o confronto que se pretende que estabeleçam, especialmente quando se considera que os dois naturalistas nem sequer conviveram: Lamarck precede Darwin em quase um século.

Espera-se que os alunos reconheçam que Lamarck e Darwin admitiram igualmente que as diferentes formas de vida se transformam no decorrer do tempo e que o ambiente tem papel importante nesse processo. As diferenças entre eles residem nas explicações dadas para essas modificações, ou seja, como ocorrem as adaptações.

Para Lamarck, a adaptação ocorre pela lei do uso e desuso e pela herança dos caracteres adquiridos. Um órgão muito utilizado se desenvolve, e essa característica é transmitida à descendência. Para Darwin, a adaptação ocorre pela seleção natural: há variações entre os indivíduos, e determinadas variações estão associadas à sobrevivência, em certas circunstâncias. Mariposas escuras são predadas com mais facilidade em ambientes claros; já as claras, disfarçadas, escapam aos predadores. Com a fuligem da poluição, as mariposas escuras não mais se destacam – e essa passa a ser uma vantagem. As mariposas claras, ao contrário, destacam-se na fuligem – e ser clara passa a ser uma desvantagem.

c) O que é o neodarwinismo?

É a unificação das concepções de Mendel, sobre a herança, às de Darwin. Portanto, é esta a novidade a ser destacada: a transmissão de características de uma a outra geração é explicada pela ação dos genes.



Depois que os alunos encerrarem a atividade, organize uma roda de discussão para que socializem as conclusões do estudo. Você pode usar como roteiro as próprias perguntas que orientaram a elaboração do resumo.

ETAPA 4 | Proposta de avaliação sobre o tema: resolução de questões

Propomos desafiar os alunos a responder individualmente às seguintes questões, extraídas do Simuladão do *Guia do Estudante – Atualidades Vestibular*.

QUESTÃO 5 (Questão 5 do Simuladão)

Em 2009, comemoram-se os 150 anos da publicação da obra *A Origem das Espécies*, de Charles Darwin.

Pode-se afirmar que a história da biologia evolutiva teve início com Darwin, porque ele

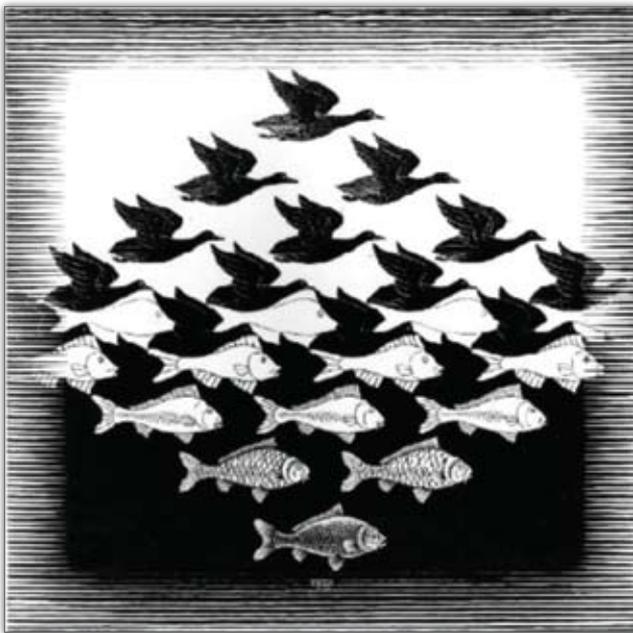
- foi o primeiro cientista a propor um sistema de classificação para os seres vivos, que serviu de base para sua teoria evolutiva da sobrevivência dos mais aptos.
- provou, experimentalmente, que o ser humano descende dos macacos, num processo de seleção que privilegia os mais bem adaptados.
- propôs um mecanismo para explicar a evolução das espécies, em que a variabilidade entre os indivíduos, relacionada à adaptação ao ambiente, influi nas chances de eles deixarem descendentes.

- d) demonstrou que mudanças no DNA, ou seja, mutações, são fonte de variabilidade genética para a evolução das espécies por meio da seleção natural.
- e) foi o primeiro cientista a propor que as espécies não se extinguem, mas se transformam ao longo do tempo.

Resposta: C

QUESTÃO 6 (Questão 12 do Guia do Estudante – ENEM)

Observe a figura abaixo.



Vemos uma ilustração (xilogravura) de M.C. Escher chamada de *Sky and Water I*, de 1938.

Podemos observar uma parte escura (água) na qual existem peixes, que, à medida que se aproximam da superfície, vão mudando de forma. Na parte superior da imagem é possível perceber aves, que, à medida que se aproximam da linha-d'água, vão se tornando mais escuras e perdendo a forma característica da primeira ave.

Pensando em uma análise evolutiva, é FALSO afirmar:

- a) Os anfíbios se desenvolveram a partir de um grupo de peixes de nadadeiras lobadas, e não raiadas, mas ainda são dependentes da água para o período reprodutivo de sua vida.
- b) Podemos observar na ilustração de Escher que os indivíduos são capazes de transformar seu corpo a partir do uso e desuso de partes, como podemos observar nas patas das aves desaparecendo e as nadadeiras dos peixes ficando mais brancas à medida que se aproximam do ar.
- c) As mudanças ambientais acabam selecionando dentro da variedade da população os indivíduos que conseguem sobreviver, e dessa forma transmitir seus genes às gerações futuras.
- d) As aves são mais recentes na história da vida na Terra que os anfíbios e os peixes.
- e) As novas características que surgem dentro de uma população, como cor, novas estruturas, alterações comportamentais, são resultado de vários fatores, alguns imprevisíveis, e ocorrem no

nível dos genes, aumentando a variabilidade dessa população. Essas mudanças podem ser benéficas e se constituir em vantagem para os indivíduos que as portam, mas também podem ser prejudiciais, e nesse caso se constituírem numa desvantagem.

Resposta: B

Essa forma de pensamento denuncia uma estruturação lamarckista em que o uso e desuso e sua transmissão seriam os responsáveis pela evolução dos seres vivos.

QUESTÃO 7

(Caderno do Aluno Biologia, 3ª série, 3º volume) "As populações humanas que vivem nas regiões tropicais têm de suportar uma intensa radiação solar. Para enfrentar tal condição, as células da pele desses indivíduos adquiriram a capacidade de fabricar muita melanina." Discuta as ideias contidas na afirmação, tendo como base as teorias de Lamarck e Darwin.

Espera-se que os alunos reconheçam que a frase expressa o pensamento lamarckista: o ambiente forçou a ocorrência de mudanças nos indivíduos (as células adquiriram a capacidade de fabricar muita melanina para enfrentar a radiação solar). Sob a ótica darwiniana, os indivíduos diferem quanto à sua capacidade de fabricar melanina: nas regiões com grande insolação, os que produzem mais melanina levam uma nítida vantagem em relação aos que não a fabricam. Logo, os que produzem melanina são selecionados positivamente, o que faz com que a frequência da característica de produzir mais melanina tenda a aumentar na população.

QUESTÃO 8

(Fuvest 2002) A bactéria *Streptococcus iniae* afeta o cérebro de peixes, causando a "doença do peixe louco". A partir de 1995, os criadores de truta de Israel começaram a vacinar seus peixes. Apesar disso, em 1997 ocorreu uma epidemia causada por uma linhagem de bactéria resistente à vacina. Os cientistas acreditam que essa linhagem surgiu por pressão evolutiva induzida pela vacina, o que quer dizer que a vacina:

- a) induziu mutações específicas nas bactérias, tornando-as resistentes ao medicamento.
- b) induziu mutações específicas nos peixes, tornando-os suscetíveis à infecção pela outra linhagem de bactéria.
- c) causou o enfraquecimento dos órgãos dos peixes permitindo sua infecção pela outra linhagem de bactéria.
- d) levou ao desenvolvimento de anticorpos específicos que, ao se ligarem às bactérias, tornaram-nas mais agressivas.
- e) permitiu a proliferação de bactérias mutantes resistentes, ao impedir o desenvolvimento das bactérias da linhagem original.

Resposta: E

Trata-se de raciocínio semelhante ao feito para explicar por que, em regiões com grande insolação, produzir mais melanina é uma característica selecionada positivamente. Nesse item, a situação é a seguinte: peixes são vacinados para que não transmitam uma bactéria para os humanos. Por dois anos, a vacina funciona, mas depois perde sua eficácia. Como a característica de produzir melanina foi selecionada positivamente, as bactérias mutantes, não suscetíveis à vacina, também o foram. Logo, como se informa na alternativa, elas proliferaram, quando as demais foram impedidas de se desenvolver pela ação da vacina.

AVANÇOS NA ENGENHARIA GENÉTICA

REFERÊNCIA NO GUIA

"Curingas da reprodução", págs. 202-205

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Reconhecer as aplicações da engenharia genética na medicina, entre elas a terapia gênica.
- Identificar argumentos favoráveis e desfavoráveis para o uso das células-tronco adultas, em substituição às células-tronco embrionárias.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 3

SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

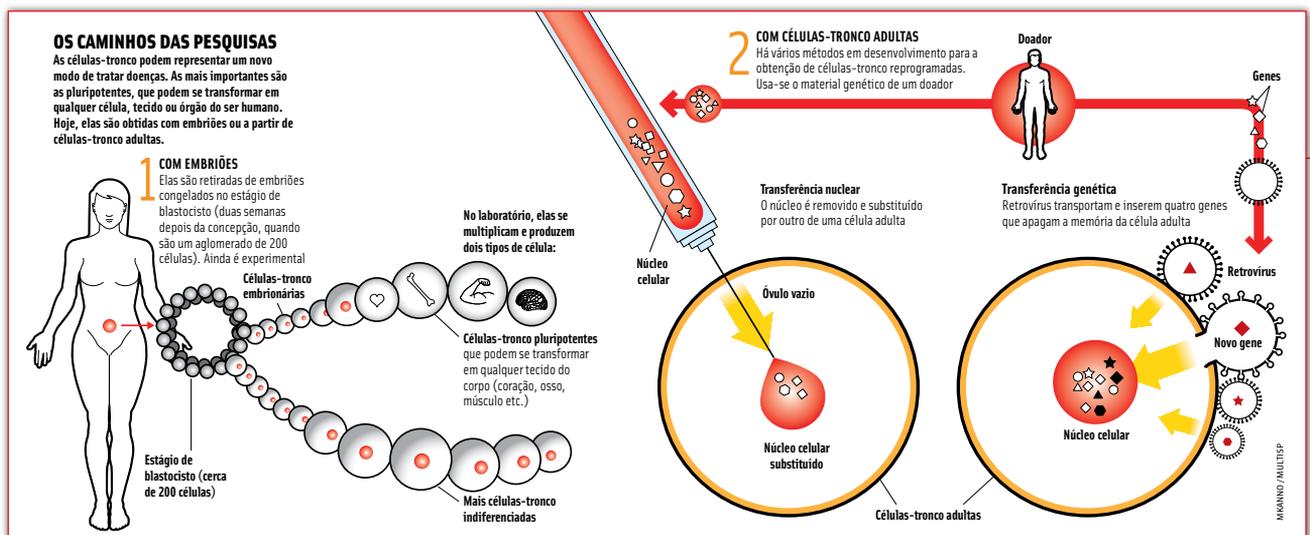
No volume 2 da *Revista do Professor Atualidades*, propusemos a realização de atividades para discutir a clonagem terapêutica, feita com células embrionárias. Neste volume, sugerimos que aquela discussão seja complementada, com o debate sobre pesquisas que vêm sendo realizadas para que células-tronco adultas passem a se comportar como células embrionárias.

ETAPA 1 | Sensibilização inicial sobre o assunto

Como o tema "clonagem" já foi discutido, explique inicialmente aos alunos que ele será retomado agora, mas em outra perspectiva. Comece recapitulando os seguintes conceitos:

- as células-tronco podem dar origem a qualquer tipo de tecido ou célula;
- as células-tronco surgem nos primeiros estágios de desenvolvimento de um organismo; portanto, os embriões são potencialmente células que podem produzir células-tronco;
- nas clínicas de fertilização in vitro, os embriões não aproveitados imediatamente são armazenados – e podem ser utilizados para a produção de células-tronco.

ETAPA 2 | Leitura e interpretação de **ilustração:** células-tronco embrionárias X células-tronco adultas



Em seguida, com base nos esquemas sobre a produção de células-tronco embrionárias e células-tronco reprogramadas, solicite aos alunos que:

QUESTÃO 1

Indiquem semelhanças entre os dois processos.

Nos dois processos, são produzidas células que podem transformar-se em outros tipos celulares.

QUESTÃO 2

Descrevam as diferenças entre os dois processos e, em especial, o processo de produção de células-tronco embrionárias a partir de células-tronco adultas.

No processo ilustrado em 1, as células-tronco pluripotentes são produzidas de embriões congelados; no processo ilustrado em 2, retrovírus inserem quatro genes de um doador no núcleo de uma célula adulta, e o efeito que provocam é apagar sua memória. No lado esquerdo da mesma figura, vê-se o que ocorre na transferência nuclear: o núcleo celular, cuja memória foi apagada, é removido e substituído por outro de uma célula adulta. Daí em diante, a célula se desenvolverá a partir do núcleo recebido da célula doadora.

ETAPA 3 | Leitura do texto: "Curingas da reprodução" (págs. 202-203)

Após a leitura das ilustrações, solicite aos alunos que realizem a leitura prévia do **texto das páginas 200-203**,

retirando informações que lhes permitam responder às seguintes questões:

QUESTÃO 3

Por que as células-tronco reprogramadas são uma promessa para a medicina? Justifique.

Uma vez que essas células podem transformar-se em quaisquer outras, é possível que elas originem células que foram anteriormente lesadas, como as células do sistema nervoso, as células pancreáticas, sanguíneas etc.

QUESTÃO 4

Em que áreas da medicina as células iPS (células-tronco pluripotentes induzidas) já estão sendo utilizadas?

As células-tronco adultas vêm sendo usadas em doenças do coração, fígado e pâncreas. No que se refere às doenças cardíacas, estão sendo feitos estudos para verificar o impacto da nova tecnologia na doença de Chagas, isquemia crônica, infarto e coração dilatado. Há ainda estudos na área de doenças como a cirrose, a esclerose múltipla e problemas de visão.

QUESTÃO 5

Quais as possíveis vantagens do processo de produção de células iPS em relação ao processo que se utiliza de células embrionárias?

Espera-se que os alunos reconheçam como uma possível vantagem o fato de que, na produção de células iPS, não se enfrentam os dilemas éticos que têm acompanhado as discussões sobre a utilização de embriões congelados para produzir células-tronco pluripotentes.

CÉLULAS-TRONCO

CURINGAS DA REPRODUÇÃO

Cientistas já descobriram como reprogramar células-tronco adultas, que passam a se comportar como embrionárias. O desafio agora é utilizá-las como peças de reposição em lesões e doenças degenerativas

OS CANINCRIS DAS PESQUISAS
As células-tronco podem representar um novo modo de tratar doenças. As mais importantes são as pluripotentes, que podem se transformar em qualquer célula, desde as células do sangue. Hoje, elas são obtidas com métodos baseados em células-tronco embrionárias.

COM EMBRIÕES
Das células-tronco de embriões congelados no estágio de blastocisto (dois dias depois da concepção, quando há um aglomerado de 200 células), basta o equipamento para gerar células-tronco embrionárias.

COM CÉLULAS-TRONCO ADULTAS
Além de células-tronco adultas, há células-tronco pluripotentes que podem ser geradas a partir de células-tronco adultas. Para isso, basta inserir quatro genes (Oct4, Sox2, Klf4 e c-Myc) em uma célula adulta.

Transferência nuclear
O núcleo de uma célula adulta é inserido em uma célula-tronco embrionária.

Transferência genética
Os genes Oct4, Sox2, Klf4 e c-Myc são inseridos em uma célula adulta.

Na laboratório, elas se multiplicam e produzem dois tipos de células:
Células-tronco pluripotentes que podem ser usadas em qualquer tecido do corpo (células, pele, sangue etc.).
Células-tronco embrionárias.

Na natureza, elas se multiplicam e produzem dois tipos de células:
Células-tronco pluripotentes que podem ser usadas em qualquer tecido do corpo (células, pele, sangue etc.).
Células-tronco embrionárias.

Avanços brasileiros
Como parte dos avanços recentes, as células-tronco adultas estão sendo usadas no tratamento de várias doenças, como as do coração, fígado e pâncreas (diabetes). O Brasil realiza há quatro anos uma das maiores pesquisas científicas do mundo, estudando o impacto da utilização dessas células em quatro das principais doenças cardíacas: mal de Chagas, isquemia crônica, infarto e "batação do coração" (arritmia cardíaca). Outros estudos incluem bases para ajudar pessoas com esclerose múltipla, cirrose, problemas sérios de visão. Mas as pesquisas têm limitações porque não se sabe muito bem como essas células adultas funcionam no organismo. A ideia é entender a que altura se vai atuar e o que fazer para controlar o seu crescimento, e a grande revolução gerada pela medicina continua a ser um sonho para o futuro.

repositório perfeito para ser utilizado em outra direção. Em janeiro deste ano, os mesmos cientistas da UFPA, com outros do Instituto Nacional de Câncer (Inca), anunciaram a obtenção de células-tronco semelhantes às embrionárias, porque têm o potencial de se transformar em qualquer tipo de tecido humano, sem precisar de embriões. Ou seja, são pluripotentes. A palavra pluripotente refere-se à capacidade de uma célula de se transformar em qualquer tipo de célula do organismo. Com as mesmas características das células-tronco embrionárias, essas novas células podem dar um novo rumo à pesquisa sobre as pesquisas terapêuticas.

Conflito ético
No caso da política aberta no Brasil, uma série de inconsistências tentam barrar as pesquisas com células-tronco embrionárias até o momento, quando o Supremo Tribunal Federal garantiu o seu funcionamento. Nos Estados Unidos, por sua vez, elas continuam limitadas desde 2001, em razão de uma decisão do ex-presidente George W. Bush que proibiu a utilização de recursos federais nos laboratórios que faziam pesquisas com células-tronco de embriões.

Conflito ético
O novo presidente, Barack Obama, reverteu a decisão no início deste ano. "Muitas pessoas cuidadosas e decentes têm conflitos ou se opõem fortemente a

repositório perfeito para ser utilizado em outra direção. Em janeiro deste ano, os mesmos cientistas da UFPA, com outros do Instituto Nacional de Câncer (Inca), anunciaram a obtenção de células-tronco semelhantes às embrionárias, porque têm o potencial de se transformar em qualquer tipo de tecido humano, sem precisar de embriões. Ou seja, são pluripotentes. A palavra pluripotente refere-se à capacidade de uma célula de se transformar em qualquer tipo de célula do organismo. Com as mesmas características das células-tronco embrionárias, essas novas células podem dar um novo rumo à pesquisa sobre as pesquisas terapêuticas.

Células regenerativas
Mas as pesquisas avançam também em outra direção. Em janeiro deste ano, os mesmos cientistas da UFPA, com outros do Instituto Nacional de Câncer (Inca), anunciaram a obtenção de células-tronco semelhantes às embrionárias, porque têm o potencial de se transformar em qualquer tipo de tecido humano, sem precisar de embriões. Ou seja, são pluripotentes. A palavra pluripotente refere-se à capacidade de uma célula de se transformar em qualquer tipo de célula do organismo. Com as mesmas características das células-tronco embrionárias, essas novas células podem dar um novo rumo à pesquisa sobre as pesquisas terapêuticas.