

CEJA >>

CENTRO DE EDUCAÇÃO
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA
NATUREZA**

e suas TECNOLOGIAS >>

Biologia

Fascículo 8
Unidades 19 e 20

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Wilson Witzel

Vice-Governador
Claudio Castro

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Leonardo Rodrigues

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Estado
Pedro Fernandes

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Gilson Rodrigues

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

Coordenação Geral de
Design Instrucional
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Ana Paula Abreu-Fialho
Cláudia Russo
Ricardo Campos da Paz

Atividade Extra
Roberto Spritzer

Revisão de Língua Portuguesa
Ana Cristina Andrade dos Santos

Coordenação de
Design Instrucional
Flávia Busnardo
Paulo Miranda

Design Instrucional
Aline Beatriz Alves

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar

Capa
André Guimarães de Souza

Projeto Gráfico
Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades
<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517>

Diagramação
Equipe Cederj

Ilustração
Bianca Giacomelli
Clara Gomes
Fernando Romeiro
Jefferson Caçador
Sami Souza

Produção Gráfica
Verônica Paranhos

Sumário

Unidade 19	A árvore e os arbustos da vida	5
------------	--------------------------------	---

Unidade 20	Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly...	33
------------	--	----

Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!



A árvore e os arbustos da vida

Fascículo 8
Unidade 19

A árvore e os arbustos da vida

Para início de conversa...

Analisando toda a diversidade que vimos na unidade anterior, tanto de vegetação quanto de fauna, voltamos a pensar naquelas questões que começamos a discutir no Módulo 1, sobre como essa diversidade acontece.

As diferenças e as semelhanças entre quaisquer dois organismos estão no meio de uma escala que varia de 0% a 100% de diferenças. O ponto de localização em tal escala é consequência direta de quando a reprodução foi rompida entre essas linhagens.

Linhagens que compartilham um ancestral comum mais recente apresentam mais características morfológicas em comum, pois acumularam muitas características mutantes enquanto eram uma única espécie. Um exemplo são as duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis*: *Pygoscelis papua* e *Pygoscelis antarctica*, ilustradas na **Figura 1**. Repare que as características em comum entre elas (nadadeiras, bicos finos, rabo curto) já estavam presentes na espécie ancestral do gênero antes de se especiar nessas duas linhagens. Por outro lado, as características diferentes entre elas (cor das penas, cor dos bicos, medidas do corpo) foram adquiridas independentemente depois da especiação que deu origem a duas espécies incompatíveis reprodutivamente.

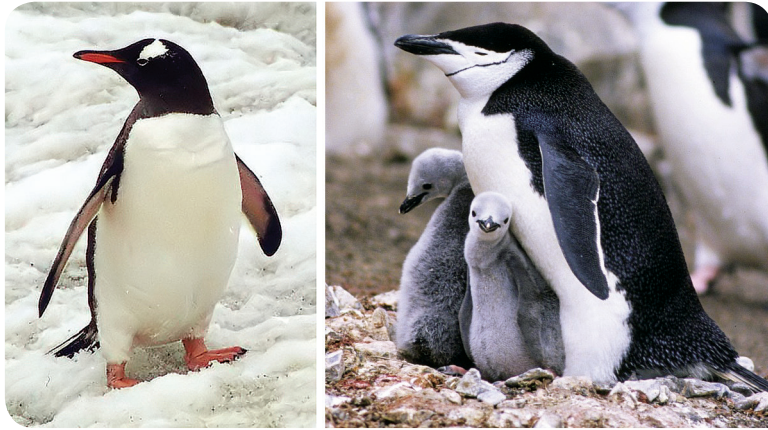


Figura 1. Duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis*, *P. papua* (esquerda) e *P. antarctica* (direita). Repare as características em comum e as diferenças entre as duas espécies (*P. papua* possui bico e patas de cor laranja, enquanto *P. antarctica* apresenta todo o corpo com tons brancos e acinzentados). Repare que na figura da direita aparece um indivíduo adulto junto com seus filhotes e as penas dos jovens são diferentes das do adulto. O indivíduo nunca evolui. As mudanças no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte são chamadas de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo, portanto, desenvolve-se ao longo de sua vida passando pelas fases do desenvolvimento.

Repare que a idade do ancestral comum torna as espécies mais semelhantes, pois as características morfológicas são herdadas com o material genético recebido da espécie ancestral. Vamos observar as duas espécies do gênero *Ara*, ilustradas a seguir, que herdaram da espécie ancestral do gênero suas características em comum.



Figura 2. Duas espécies de araras do gênero *Ara*, *A. glaucoocularis* (esquerda) e *A. ararauna* (direita). Da mesma forma que nos pinguins, as características em comum entre elas já estavam presentes na espécie ancestral das araras e as diferentes foram adquiridas depois da especiação.

Para formar essas quatro espécies, três desses eventos de especiação ocorreram. O evento mais antigo separou, primeiro, araras e pinguins, que passaram a evoluir independentemente por maior período de tempo e, por isso, apresentam mais diferenças. Mais recentemente, outros eventos de especiação ocorreram: um na linhagem ancestral das araras e outro, na dos pinguins.

Na história evolutiva dessas quatro espécies, as duas espécies de araras eram a mesma espécie biológica, acumulando as mesmas mutações (como toda espécie) até pouco tempo.

Nesta unidade, iremos entender como e por que a história evolutiva da vida em nosso planeta pode ser contada por meio de uma fascinante árvore filogenética da vida. Os galhos e ramos compartilhados nessa árvore determinam as características semelhantes e diferentes entre as espécies e servem de alicerce para a construção do conhecimento biológico.

Objetivos de aprendizagem

- Ressaltar a diferença entre o processo de evolução de espécies ao longo do tempo e o processo de desenvolvimento de um indivíduo desde a fecundação ao longo de sua vida.
- Enfatizar que a idade de um ancestral comum a linhagens diferentes determina as diferenças e semelhanças que essas vão apresentar.
- Demonstrar que a perspectiva histórico-evolutiva tem um papel central na construção do conhecimento biológico.
- Reiterar a sistemática filogenética como a ferramenta chave para tal construção, pois as características dos organismos são herdadas segundo um padrão ancestral descendente que é ilustrado em uma árvore filogenética.
- Listar as evidências que sustentam o processo evolutivo como gerador e mantenedor da diversidade biológica.

Seção 1

A idade do ancestral comum determina a proporção de diferenças

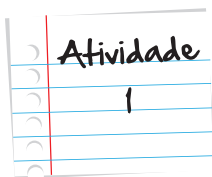
O ciclo de homogeneização (pela reprodução) e de ruptura da capacidade reprodutiva (pela especiação) é o mais importante de todos os conceitos biológicos. É a partir desses ciclos, que podemos nomear, distinguir e estudar os grupos taxonômicos da diversidade biológica e saber quais as características que cada um dos grupos possui.

As espécies de araras (**Figura 2**) são originadas a partir de uma mesma espécie biológica desde a origem da vida até o momento recente de sua especiação. Assim, as características compartilhadas entre essas duas espécies de araras foram acumuladas durante quatro bilhões de anos. As quatro espécies eram também a mesma espécie desde a origem da vida até um momento um pouco anterior à especiação das araras.

Na origem da vida, toda a diversidade era representada por uma única espécie, a qual, ao longo do tempo, se homogeneizou e adquiriu, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum. Por exemplo:

- o código genético universal (ou seja, aquele constituído por códons que são traduzidos em aminoácidos);
- o DNA como material genético;
- uma membrana isolando o interior e o exterior do organismo.

Todas essas são características que foram adquiridas antes da primeira especiação, pois toda a diversidade biológica as apresenta.



Calibre o seu olhar

Observar as características compartilhadas por espécies é como abrir uma janela que nos permitisse enxergar o ancestral comum delas.

Sendo assim, observe bem a **Figura 1** e procure listar 5 características presentes no ancestral dos pinguins.

Anote suas
respostas em
seu caderno

As duas espécies ilustradas na **Figura 2** apresentam características comuns:

- às araras (ex.: bico em forma de gancho e rabo comprido);
- às aves (ex.: penas, **ossos pneumáticos**);
- aos vertebrados (ex.: coluna vertebral);
- aos eucariontes (ex.: núcleo isolado na célula);
- aos seres vivos (ex.: DNA como material genético).

Ossos pneumáticos

São tipos ósseos, característicos das aves, que apresentam cavidades internas e orifícios que permitem a entrada de ar em sua estrutura. Assim, dentre outras características, tais ossos tornam-se mais leves, facilitando o voo.

As mutações, que deram origem às características que as araras compartilham, não aconteceram nas duas linhagens independentemente, mas sim quando as duas linhagens de araras eram membros de uma única espécie, se reproduzindo e compartilhando todas as suas características.

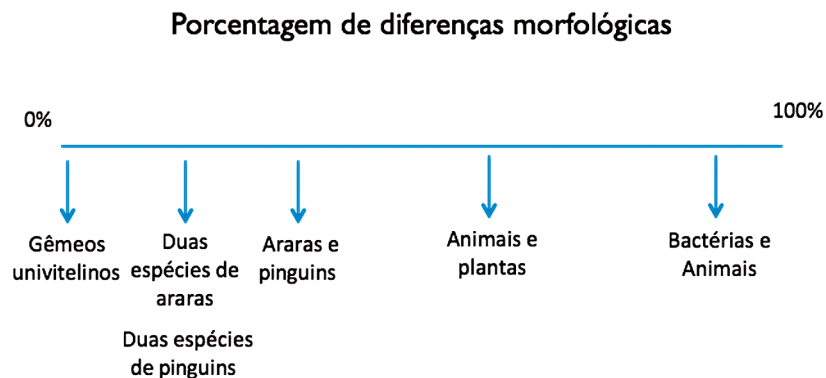


Figura 3. Escala representando hipoteticamente a porcentagem de diferenças morfológicas entre várias linhagens comparadas. A porcentagem de diferenças morfológicas está relacionada com a idade do ancestral comum. Um ancestral mais recente indica um maior número de características compartilhadas e a localização mais à esquerda na escala, como na comparação entre gêmeos univitelinos (chamados também de gêmeos idênticos).

Quando comparamos as espécies de pinguins com as de araras, notamos que elas também não podem ser chamadas de iguais e tampouco de diferentes. A comparação entre pinguins e araras tem uma localização na escala mais para a direita do que a comparação entre duas araras, como mostra a **Figura 3**. O ancestral comum dessas quatro espécies viveu há mais tempo do que o ancestral comum só das araras. Ou seja, as linhagens de pinguins e araras estão há mais tempo isoladas reprodutivamente e acumulando mais mutações independentemente e, assim, exibem mais diferenças morfológicas.

Seção 2

Árvores filogenéticas

Na realidade, existe uma forma melhor de visualizarmos a escala comparativa dos organismos: não em uma linha reta, mas como uma árvore filogenética, como mostra a **Figura 4**. Por assim dizer, a Biologia é uma ciência que só pode ser realmente entendida a partir de uma perspectiva histórica, pois foram os sucessivos eventos que formaram a vida fóssil, como também a recente. A reconstrução dessas árvores filogenéticas não é trivial, sendo realizada com base na comparação detalhada de características morfológicas e genéticas das espécies em questão.

Observe a pequena árvore filogenética a seguir:

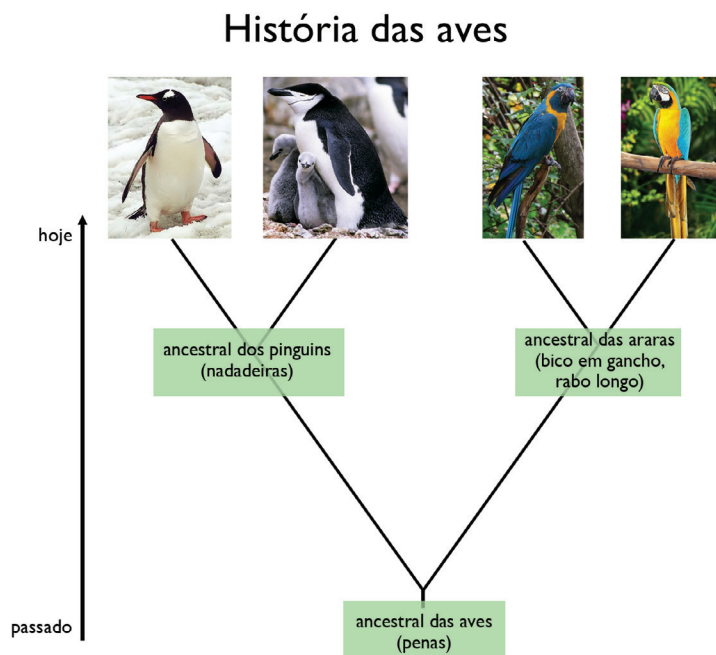


Figura 4. Pequena história evolutiva das aves contada em uma árvore filogenética. O eixo de tempo (à esquerda) também marca o processo de diferenciação, no qual as espécies que se especiaram recentemente apresentam maior proporção de características compartilhadas.

Iniciamos a leitura desta árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies (neste exemplo, pela parte inferior). Tal lado marca o nó (encontro de linhas) que define o ancestral comum da diversidade ilustrada. O tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente); na **Figura 4**, o tempo vai de baixo (passado) para cima (presente).

Nesta árvore, uma linha é chamada de linhagem e indica uma espécie cujos membros são compatíveis reprodutivamente. Já a bifurcação de uma linhagem ilustra o processo de especiação de uma espécie ancestral em duas espécies descendentes que, a partir daí, irão evoluir independentemente. A raiz é uma bifurcação especial que ilustra o último ancestral comum e o primeiro processo de especiação da diversidade ilustrada.

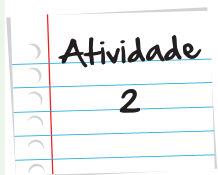
Entretanto, numa árvore de aves, como a ilustrada, a raiz marca o ancestral comum das aves. Naturalmente, a história das aves é extremamente rica pela diversidade do grupo e não se resume à árvore da **Figura 4**, pois não existem apenas quatro espécies de aves. Existem milhares de espécies incluídas na Classe Aves! Isso não significa que a árvore retratada esteja errada, ela está apenas incompleta, para fins didáticos de explicação evolutiva sobre uma determinada espécie.

Mãos à obra, historiador da vida!

Desenhe uma árvore filogenética com as seis espécies a seguir, indicando as características que apareceram em cada linhagem.



Anote suas
respostas em
seu caderno



Em uma árvore da vida, a raiz representa a origem da vida e as pontas dos galhos representam as espécies que estão vivas hoje em dia. Como uma árvore genealógica retrata a sua história evolutiva, a árvore filogenética da vida retrata as relações de ancestralidade em comum entre todos os seres vivos. Claro que nem todas as espécies podem ser incluídas numa árvore, pois nem conseguiríamos enxergar as relações de ancestralidade em uma filogenia com as 2 milhões de espécies vivas!

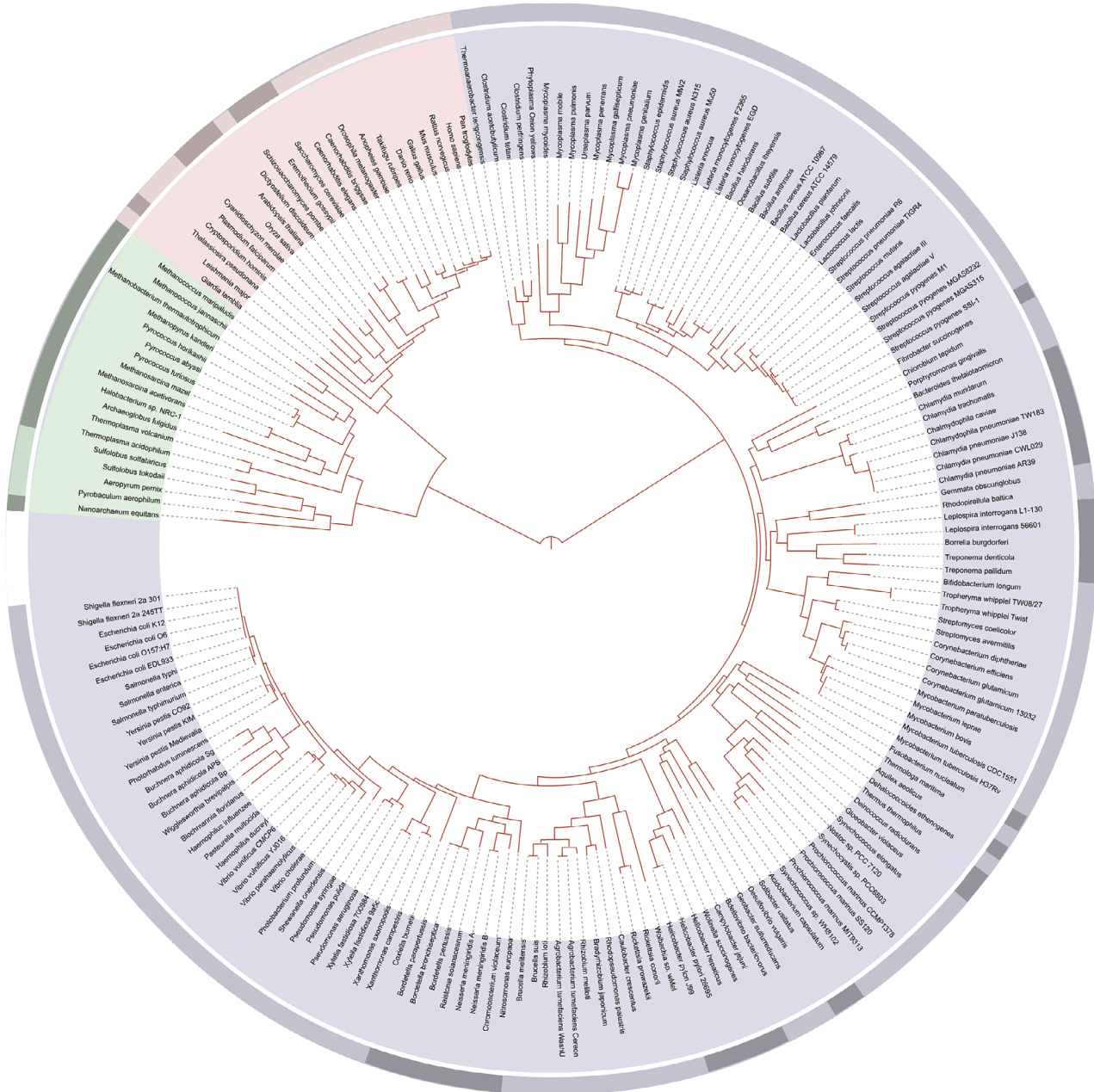


Figura 5. Árvore da vida. Nem todos os 2 milhões de espécies estão presentes nessa árvore, mas sim as principais linhagens de cada um dos grandes grupos. A maior parte da diversidade de grandes linhagens é de bactérias (roxo); temos as arqueas (verde) e os eucariontes (rosa), que incluem, entre outros, todos os organismos que podemos ver a olho nu.

Seção 3

Sistemática filogenética

Entender os padrões de relações históricas e evolutivas entre as linhagens da diversidade biológica é fundamental, pois existe uma dependência entre as características que espécies descendentes compartilham e a idade de seu ancestral em comum. Existem processos evolutivos relacionados à diversificação das linhagens que, se compreendidos, fornecem aos pesquisadores pistas sobre o compartilhamento de características.

Ora, se o conhecimento biológico é baseado na associação entre grupos da diversidade e características que um dos tais grupos apresenta, a história evolutiva é o caminho pelo qual as espécies descendentes herdam e exibem tais características. Isso significa que, sob um ponto de vista evolutivo, a Biologia deixa de ser uma disciplina do “decoreba” e da memorização.

Por exemplo, entendendo os padrões de ancestralidade em comum, saberemos que, se uma espécie apresenta glândulas mamárias, ela será um vertebrado, um animal e um eucarionte. Sabendo uma característica, podemos prever outras, muitas outras! As espécies ancestrais passam todo o genoma para espécies descendentes. Por isso, não apenas as características marcantes, mas também aquelas características que nós nem conhecemos ainda são compartilhadas pelos ramos de uma árvore filogenética.

Uma questão interessante que surge quando aliamos a filogenia à história é que podemos inferir questões importantes sobre outras características que não foram usadas para inferir a filogenia. Uma perspectiva histórica é importante, pois questões da biologia aplicada estão ligadas à história dos organismos. A resistência de um vírus a um medicamento, por exemplo, deve-se a uma mutação que aconteceu em algum momento histórico.



Figura 6. O conhecimento biológico é acumulado APENAS associando grupos da diversidade (p. ex.: mamíferos) com características (p. ex.: pelos, mamas e dentes diferenciados), que sozinhas nada significam.

Uma coisa importante é que, a partir do momento em que contamos a história da vida por meio de uma árvore filogenética, nomear os grupos da diversidade vira uma tarefa relativamente simples. Basta nomearmos os ramos da filogenia e juntarmos a filogenia com a taxonomia em uma sistemática filogenética.



Charles Darwin escreveu, em uma carta a Thomas Huxley, em 1857: *"Vai existir um momento, que eu não viverei para presenciá-lo, quando teremos árvores filogenéticas quase verdadeiras para cada um dos grandes reinos da natureza."*

Pois bem, o sonho de Darwin está sendo concretizado num grande projeto com cientistas de todo o mundo chamado Árvore da Vida, ou *Tree of Life* (com a sigla ToL). O projeto tem como objetivo apresentar as filogenias e os dados morfológicos que sustentam tais propostas filogenéticas para cada um dos grupos da diversidade.

Quando um novo grupo da diversidade se origina, o grupo preexistente não deixa de existir necessariamente. Após a especiação, as duas linhagens simplesmente passam a se diferenciar, pois estão isoladas reprodutivamente. Por exemplo, os anfíbios terrestres não deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em répteis com ovos de casca dura, nem os répteis deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em aves e outro em mamíferos (**Figura 7**).

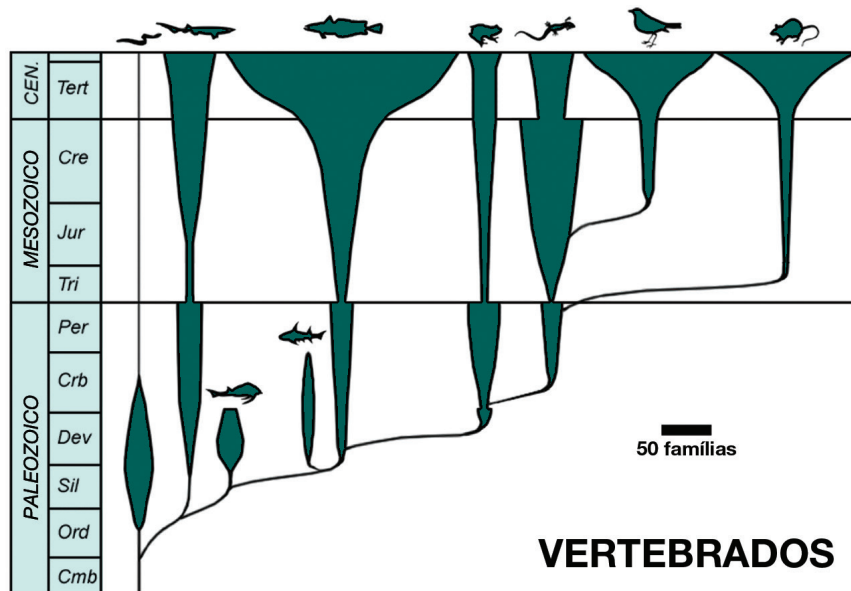


Figura 7. Grandes eventos de extinção e de diversificação dos vertebrados, ao longo dos anos. Nesse gráfico, as linhas largas ou finas representam o tamanho da diversidade de um grupo: quanto mais “gorda” for uma linha, mais diverso é o grupo. Um afinamento de baixo para cima significa uma extinção desse grupo da diversidade. Repare que, depois de uma extinção em massa, existe uma fase em que os grupos sobreviventes começam a se diversificar e especiar, ocupando ambientes onde há pouca (ou nenhuma) competição por recursos com outros organismos.

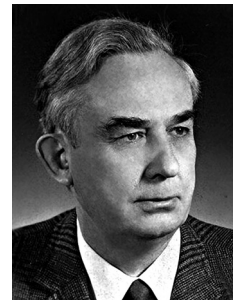
A raiz da árvore filogenética da **Figura 7** indica que o ancestral comum dos vertebrados viveu há 500 milhões de anos (era Paleozoica). Por outro lado, a diversificação das aves e dos mamíferos ocorreu na era Cenozoica (Cen), há menos de 50 milhões de anos. Repare que, nas transições entre os períodos Paleozoico-Mesozoico e Mesozoico-Cenozoico, ocorreram extinções em massa em todos os grupos de vertebrados. A primeira causou a extinção dos trilobitas e a segunda é famosa pela extinção dos dinossauros (**Figura 8**).



Figura 8. Trilobitas eram animais muito comuns durante a era Paleozoica. Existem milhares de fósseis desses organismos, dispostos de tal maneira nas rochas, indicando que foram extintos. Os dinossauros, por outro lado, eram comuns na era Mesozoica e de todas as espécies que descendiam desses animais apenas as aves sobrevivem hoje em dia.

Willi Hennig

Hennig (1913-1976) foi um biólogo alemão que entendeu o ponto central e a importância da sistemática com base na ancestralidade em comum proposta por Darwin. A proposta de Darwin tinha sido simplesmente ignorada, pois a sociedade da época de Darwin ficou tão chocada com a ideia de evolução que tudo mais que Darwin propôs foi esquecido. Assim, ninguém entendeu a sistemática filogenética de Darwin até 1950, quando Hennig publicou o livro “Sistemática Filogenética”. Hoje, a sistemática filogenética é objetivo e rotina da maior parte dos taxonomistas.



Saiba Mais

Seção 4

Evidências evolutivas

Desde a publicação, por Darwin, da sua teoria evolutiva descobrimos muitas coisas, até campos inteiros do conhecimento, que, na época de Darwin, eram desconhecidos, tais como a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, a Neurobiologia. Essa quantidade imensa de evidências que vêm desses campos é perfeitamente compatível com a Teoria Evolutiva de Darwin. Assim, a teoria evolutiva é uma das mais sólidas teorias em ciência comprovada por inúmeras evidências das fontes mais consistentes.

Por exemplo, das milhões de espécies que estão descritas hoje, apenas cinco mil apresentam pelos. Curiosamente, as mesmas cinco mil também apresentam mamas e são as únicas viventes que apresentam dentes diferenciados.

Como exatamente as mesmas cinco mil espécies apresentam essas três adaptações? Como explicar, ainda, que essas cinco mil espécies também apresentem outras adaptações comuns a um maior número de espécies, como a coluna vertebral, por exemplo?

Apenas a evolução explica perfeitamente, pela ancestralidade em comum, os padrões de semelhanças e diferenças que observamos entre os organismos. Existem centenas de milhares de evidências que fazem da teoria evolutiva uma das mais bem comprovadas por evidências científicas. Conheça algumas delas.

- 1. Fósseis intermediários.** Existem milhares de exemplos de fósseis intermediários que são uma evidência contundente da evolução dos organismos. Um dos exemplos melhor estudados está relacionado à evolução das baleias. As baleias são descendentes de mamíferos terrestres e existem fósseis intermediários comprovando essa fase de invasão do ambiente marinho.



Figura 9. Um esqueleto fóssil de *Ambulocetus natans* encontrado no Paquistão, em extratos com fósseis de 50 milhões de anos atrás. Este organismo tinha pernas bem desenvolvidas que conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre, mas já era um excelente nadador. Ao lado, está a provável reconstrução do corpo do animal.

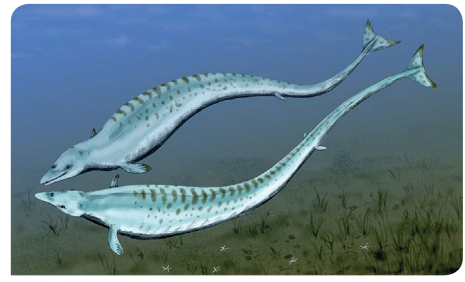
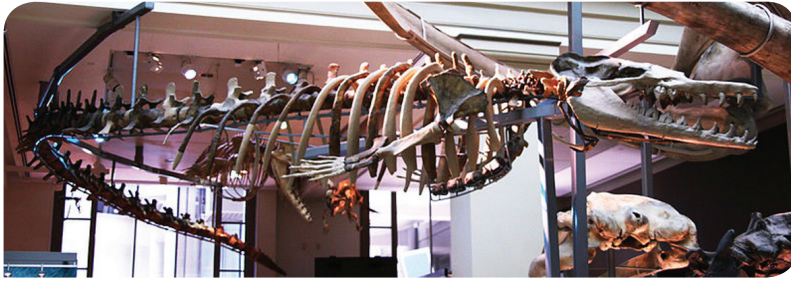


Figura 10. O *Basilosaurus* representa um animal ancestral das baleias mais recente que era exclusivamente aquático. Repare na reconstrução, à direita, que ele ainda apresentava membros inferiores evidenciados, mas que claramente não conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre. Fósseis deste gênero são encontrados em estratos mais recentes do que os de *Ambulocetus* (cerca de 40 milhões).

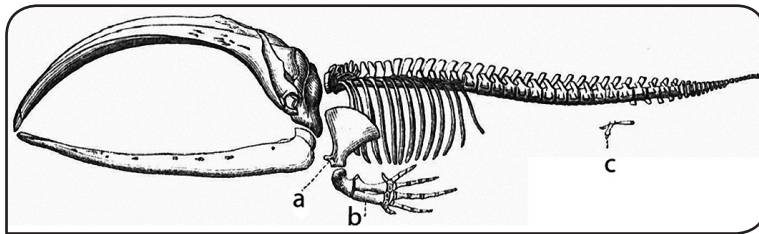


Figura 11. O esqueleto e a foto de uma baleia recente. Apesar de não possuir membros inferiores evidentes, as baleias até hoje apresentam um pequeno fêmur (C), resquício (e evidência) de sua ancestralidade terrestre. Note também que a baleia atual não está perfeitamente adaptada à vida marinha, pois ela respira apenas quando sobe à superfície e pode ser considerada uma espécie intermediária entre o ambiente terrestre e o marinho!

2. **Sucessão no registro fóssil.** No planalto central brasileiro, na savana africana e no deserto da China, iremos encontrar a mesma sequência de fósseis ao escavarmos os estratos sedimentares. Cavando um pouco, encontraremos fósseis de mamíferos, principalmente. Cavando um pouco mais fundo, os mamíferos desaparecem do registro fóssil em todo mundo ao mesmo tempo. Cavando um pouco mais ainda, todos os vertebrados somem. Ora, se os vertebrados fossilizam mais facilmente (pois têm ossos duros fáceis de serem preservados) do que os invertebrados, por que cavando fundo em estratos mais antigos só encontramos invertebrados? Por que exatamente o mesmo padrão é encontrado em qualquer lugar do mundo? A única explicação para essas duas perguntas é que naquela época mais antiga os vertebrados não tinham evoluído ainda.

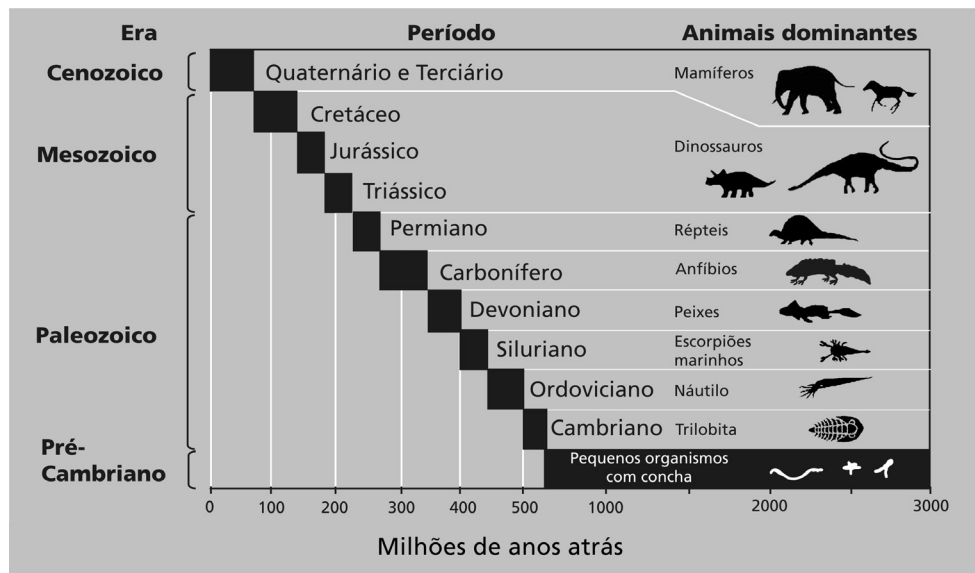


Figura 12. Sucessão no registro de fósseis. A única explicação coerente com o fato de que encontramos a mesma sucessão de fósseis em todo o mundo é a evolução.

3. Seleção natural observável. Um exemplo bem conhecido de seleção natural que podemos observar é o caso das bactérias resistentes a antibióticos. Alexander Fleming (1881-1955) foi um biólogo britânico que descobriu a propriedade antibiótica de uma substância secretada por fungos do gênero *Penicillium*. A feliz descoberta que revolucionou a medicina aconteceu por acaso. Fleming tinha deixado colônias de bactérias no laboratório antes de sair para uma viagem. Ao retornar, verificou que uma das colônias tinha sido contaminada por um fungo. Nessa colônia, as bactérias estavam mortas. A substância exterminava bactérias que entraram em contato com ela e foi chamada de penicilina, que é, até hoje, um potente antibiótico que já salvou milhões de vidas no planeta.

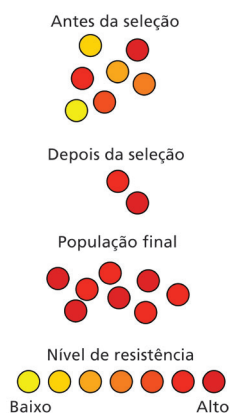


Figura 13. Na figura à direita, um esquema ilustrando como as bactérias mais resistentes (vermelhas) ao remédio tendem a sobreviver. Assim, nas próximas gerações, as bactérias tendem a aumentar a proporção e o nível de resistência na presença de antibióticos. Por isso, novas drogas têm de ser desenvolvidas para eliminar essas linhagens resistentes. É por esse motivo que as infecções contraídas em hospitais são tão perigosas, pois as bactérias que habitam ali são resistentes a maior parte dos antibióticos. Na foto à esquerda, Sir Alexander Fleming recebendo o Prêmio Nobel de Medicina, em 1945, do rei da Suécia Gustaf V.

4. Seleção artificial - criadores realizam cruzamento seletivo e aumentam e diminuem os tamanhos dos cachorros, mudam as formas, as cores dos bichos. O cachorro ancestral era semelhante ao lobo e tinha porte mediano. Os primeiros criadores perceberam que havia pessoas interessadas em animais de outros tamanhos. Assim, alguns passaram a selecionar os menores indivíduos para cruzarem entre si originando as menores raças. Outros criadores selecionaram os maiores indivíduos que cruzaram entre si dando origem a raças cada vez maiores.

O mesmo processo pode ser feito para tamanho ou cor de pelo, velocidade, capacidade de olfato, inteligência e, hoje, cada uma das raças de cachorro apresenta características próprias de acordo com as características selecionadas em seus ancestrais. O processo nas criações de cachorros é semelhante ao que acontece na Natureza, onde os organismos que apresentam adaptações têm mais chances de sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessas características.

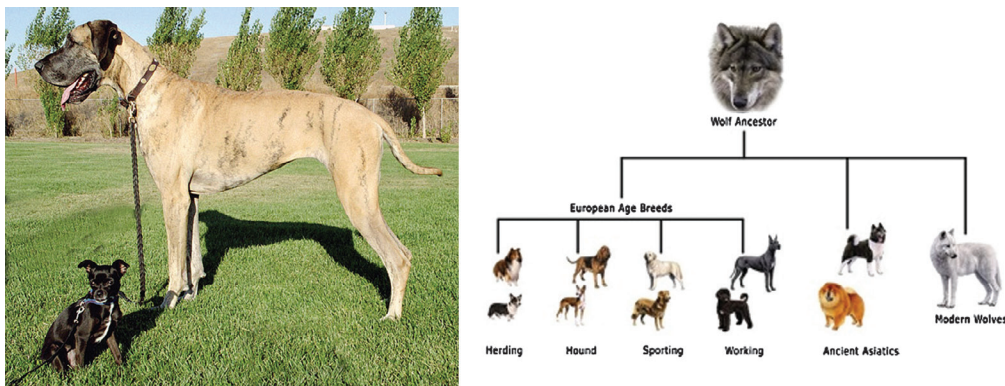
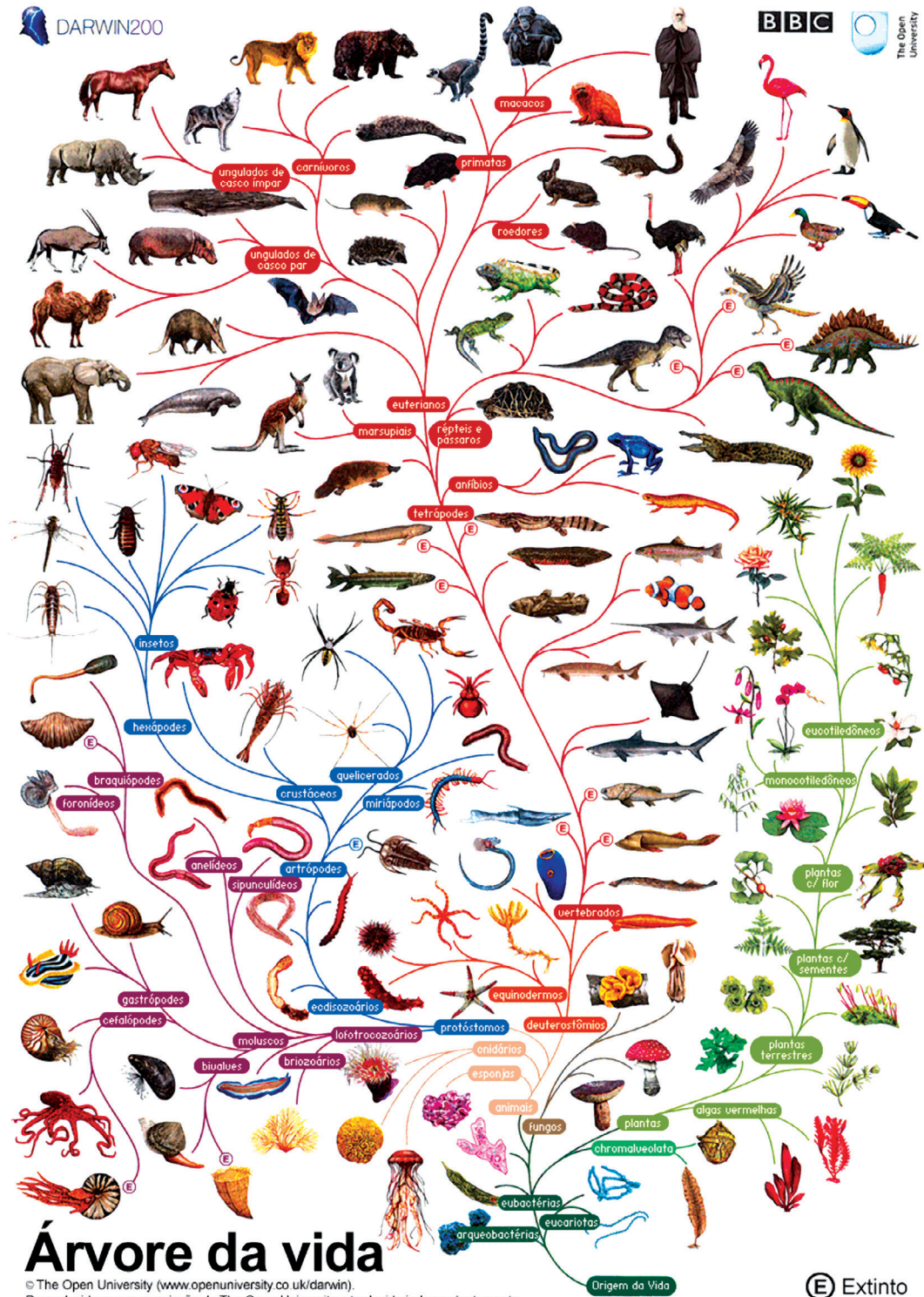


Figura 14. À esquerda, duas raças de cachorro selecionadas artificialmente para porte grande e porte pequeno, respectivamente. À direita, o lobo ancestral que foi domesticado. Ancestrais do lobo moderno foram selecionados para tamanho, cor, comprimento de pelo, docilidade que resultaram nas inúmeras raças de cachorro que encontramos hoje em dia. Todas as raças de cachorro e o lobo selvagem são da mesma espécie biológica *Canis lupus*, pois conseguem cruzar e ter filhotes férteis.

Seção 5

De um tão simples começo

Depois da química complexa ter virado o primeiro sistema biológico capaz de reproduzir-se, a vida continuou diversificando a partir daí. As propriedades de herdabilidade, reprodutibilidade e mutabilidade já existiam, mas essas permitiram todas as outras que descobrimos a cada dia nos laboratórios de pesquisa biológica. Assim foi até que, depois de 4 bilhões de anos, um dos descendentes dessa molécula replicadora original adquiriu consciência sobre esse momento primordial, percebendo a origem do *Homo sapiens* como apenas mais um dos descendentes do primeiro sistema replicador. O nome desse descendente era Charles Darwin.



Este descendente, embora seja apenas mais um na árvore da vida, por sua capacidade cognitiva foi e é capaz de impactar muito significativamente toda a vida no planeta. Dentre as muitas ações que a espécie humana conseguiu realizar, há uma em especial, chamada biotecnologia, que compreende a manipulação de espécies biológicas para obtenção de algum benefício. Sobre isso, você vai aprender na próxima unidade!

Resumo

- Dois processos são transformantes em Biologia. O primeiro é a evolução das linhagens e das espécies que vimos falando desde a primeira unidade. O segundo envolve as modificações no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte, chamado de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo nunca evolui, ele se desenvolve.
- Na origem da vida, toda a diversidade era uma única espécie se homogeneizando e adquirindo, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum.
- Depois desse momento, eventos de especiações confinaram novas mutações que iam aparecendo a uma ou a outra linhagem, permitindo a diferenciação de fato como observamos hoje em dia. A melhor forma de ilustrarmos tal diferenciação é por meio de uma árvore filogenética.
- Iniciamos a leitura de uma árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies. Tal lado marca o ancestral comum da diversidade ilustrada, o tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente), ilustrando os eventos de especiação que deram origem à diversidade retratada.
- Charles Darwin propôs a Teoria Evolutiva há mais de 150 anos, antes de descobrirmos a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, e a Neurobiologia. A quantidade imensa de conhecimento acumulado desde então é perfeitamente compatível e sustenta a Teoria Evolutiva de Darwin. Sendo assim, a Teoria Evolutiva é uma das mais sólidas e melhor comprovadas em ciência.

Imagens



- André Guimarães



- : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pygoscelis_papua.jpg



- : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Manchot_01.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ara_glaucogularis_-Cincinnati_Zoo-8a.jpg



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Blue-and-Yellow-Macaw.jpg>



- Claudia Russo



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Homo_habilis-cropped.jpg



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:HappyPensioneer.jpg>



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorilla_gorilla11.jpg



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lichonycteris.jpg>



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Desmodusrotundus.jpg>



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Kangaroo_and_joey03.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_of_life_SVG.svg



- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:DuskyDolphin.jpg>



- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Morcego>



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Capivara_ST.jpg



- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pferdeauge.jpg>



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Manatee_with_calf.PD.jpg



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Teeth_by_David_Shankbone.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Spindle_diagram.jpg



- [http://en.wikipedia.org/wiki/File:BLW_Trilobite_\(Paradoxides_sp.\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:BLW_Trilobite_(Paradoxides_sp.).jpg)



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dr._Bob_Bakker_with_Dino.jpg



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Willi_Hennig#mediaviewer/Ficheiro:Willi_Hennig2.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ambulocetus_natans.jpg



• http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ambulocetus_BW.jpg



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_cetoides_\(1\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_cetoides_(1).jpg)



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_BW.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Whale_skeleton.png



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Humpback_stellwagen_edit.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antibiotic_resistance.svg



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Nobelpristagare_Fleming_Midi.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Big_and_little_dog_1.jpg



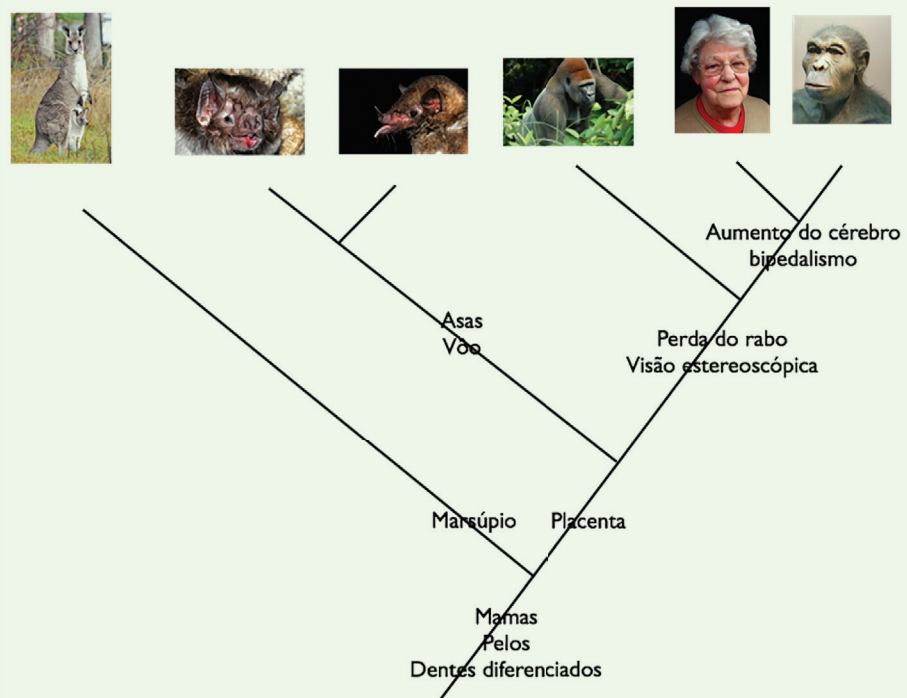
• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

Respostas
das
Atividades

Atividade 1

As características em comum nas duas espécies de pinguins, que já estavam presentes na espécie ancestral são: nadadeiras, bicos finos, rabo curto, medidas do corpo e cor das pernas.

Atividade 2





O que perguntam por aí?

1. (ENEM 2010)

“Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isto é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.”

FU, G. et al. Female-specific flightless phenotype for mosquito control. PNAS 107 (10):4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- a. diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- b. restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- c. dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- d. tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- e. dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Os machos geneticamente modificados da espécie *Aedes aegypti* podem voar, mas transmitem o gene que impede o voo aos seus descendentes. As fêmeas que herdarem o gene não voam, o que dificulta a contaminação delas com o vírus da dengue e a reprodução dessas fêmeas com o gene modificado.





Atividade extra

A árvore e os arbustos da vida

Exercício 1 – Cecierj – 2013

A homogeneização e a evolução em conjunto só são rompidas com a quebra da compatibilidade reprodutiva.

Este processo é chamado de

- a. criação.
- b. sociedade.
- c. especiação.
- d. nomenclatura.

Exercício 2 – Cecierj – 2013

Em uma árvore da vida, a raiz representa a origem da vida e as pontas dos galhos representam as espécies que estão vivas hoje em dia.

Já na árvore filogenética da vida retrata as relações dos seres

- a. em um nicho.
- b. nas sociedades.
- c. em um ecossistema.
- d. ancestrais em comum.

Exercício 3 – Cecierj – 2013

Nas transições entre os períodos Paleozóico-Mesozóico e Mesozóico-Cenozóico ocorreram extinções em massa em todos os vertebrados. A primeira causou a extinção dos trilobitas.

A segunda é famosa pela extinção dos

- a. celacantos.
- b. condricteis.
- c. dinossauros.
- d. nematódeos.

Exercício 4 – Cecierj – 2013

Apenas a evolução explica perfeitamente, pela ancestralidade em comum, os padrões de semelhanças e diferenças que observamos entre os organismos.

Estas teorias da evolução só podem ser comprovadas graças a

- a. evidências científicas.
- b. epidemiologistas.
- c. nomenclatoristas.
- d. taxidermistas.

Exercício 5 – Cecierj – 2013

Dois processos são transformantes em biologia. O primeiro é a evolução das linhagens e das espécies. O segundo envolve as modificações no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até sua morte.

Como é chamado esse último processo?

Gabarito

Exercício 1 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☐ ☒ ☐

Exercício 2 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☐ ☐ ☒

Exercício 3 – Cecierj – 2013

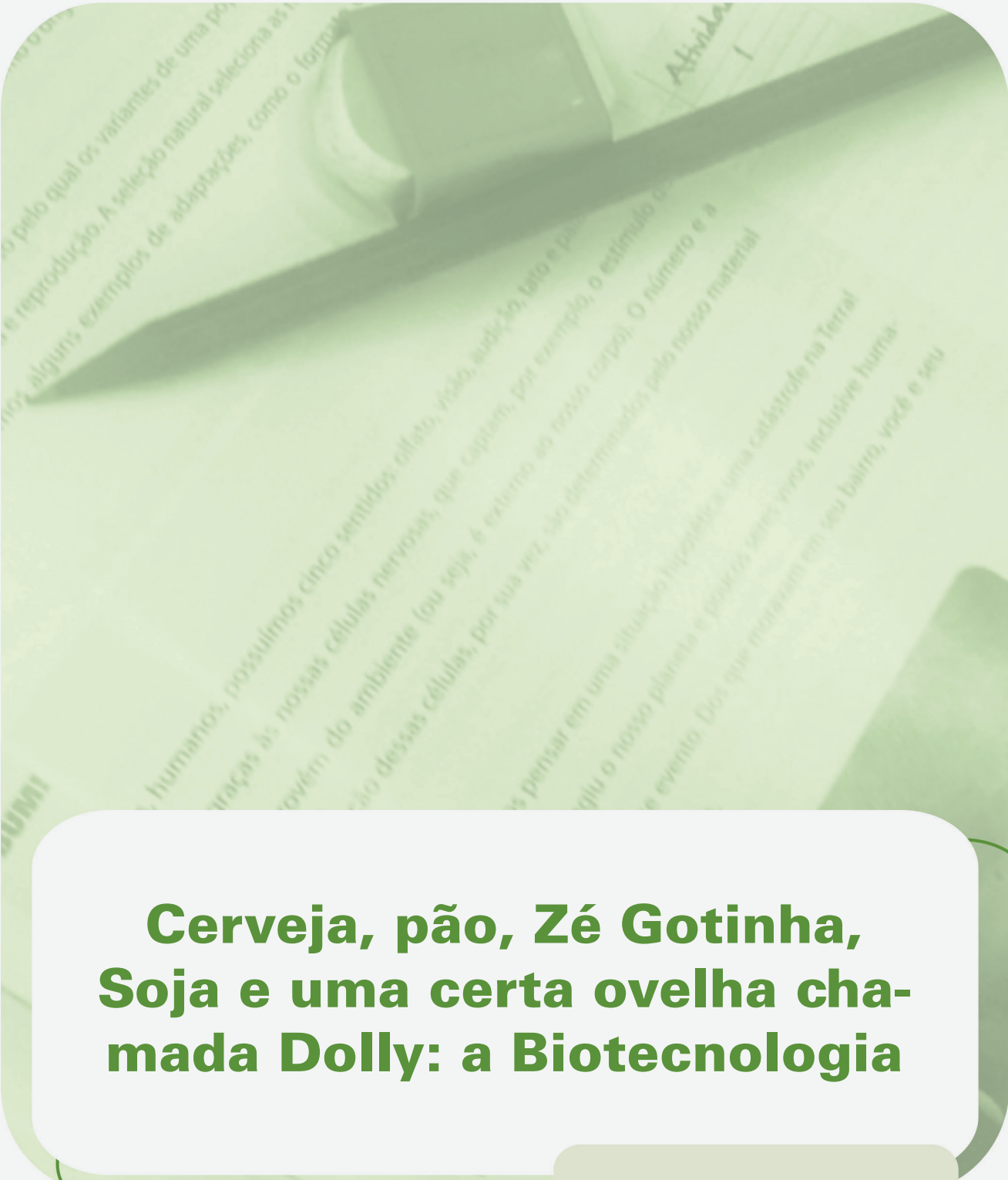
A B C D
☐ ☐ ☒ ☐

Exercício 4 – Cecierj – 2013

A B C D
☒ ☐ ☐ ☐

Exercício 5 – Cecierj – 2013

Desenvolvimento ou ontogenia.



Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha cha- mada Dolly: a Biotecnologia

Fascículo 8
Unidade 20

Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia

Pra início de conversa..

Beber uma cerveja é um prazer para muitas pessoas. Seja nas horas vagas, nos momentos de descontração ou nas comemorações, essa bebida tem acompanhado os seres humanos há bastante tempo. Muito tempo. Acredita-se que a cerveja foi uma das primeiras bebidas alcoólicas produzidas pelo homem e há registros de sua produção e consumo por povos antigos (como os egípcios, por exemplo), pelo menos desde o ano 6.000 a. C.

A cerveja e também os vinhos têm como bases das suas preparações, misturas ou “sucos” de plantas diferentes: tipos distintos de cerveja podem ser produzidos a partir de diferentes cereais (especialmente a cevada), enquanto diferentes tipos de vinhos têm sua origem a partir do suco de uvas de diferentes qualidades.

Os processos de produção de bebidas alcoólicas em geral, ou simplesmente de álcool (etanol), são atualmente bem conhecidos e rigorosamente controlados em todas as suas etapas (por exemplo, para garantir maior produtividade e melhor qualidade). Como dissemos, isso é feito há milhares de anos. Mas há um detalhe muito interessante e que muitas pessoas desconhecem: não fazemos sozinhos. Precisamos da ajuda de microorganismos, de um uso tecnológico de agentes biológicos.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar ações humanas relacionadas à biotecnologia.
- Posicionar-se frente ao uso da biotecnologia pelo homem, emitindo opiniões baseadas em argumentos sólidos sobre a temática.

Seção 1

Biotecnologia, o pão e a cerveja nossos de cada dia!

A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como “Biotecnologia”.

Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.

Hoje em dia, é bastante comum associar a biotecnologia a usos de conhecimentos avançados de técnicas de Biologia Molecular e à sua associação à informática (bioinformática). Essa é a chamada “Biotecnologia Moderna”, sobre a qual falaremos mais adiante. Mas se olharmos para trás, veremos que há um longo histórico antes disso.

Os povos antigos, provavelmente por acaso, descobriram o fenômeno da fermentação alcoólica. De uma maneira bastante simples e resumida, a fermentação alcoólica acontece em um ambiente sem oxigênio, quando micro-organismos, denominados **leveduras**, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no “suco de cevada” (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos), transformando-o em etanol e alguns outros compostos.

Leveduras

São um tipo de fungo, assim como os cogumelos e os bolores que aparecem no pão mofado.

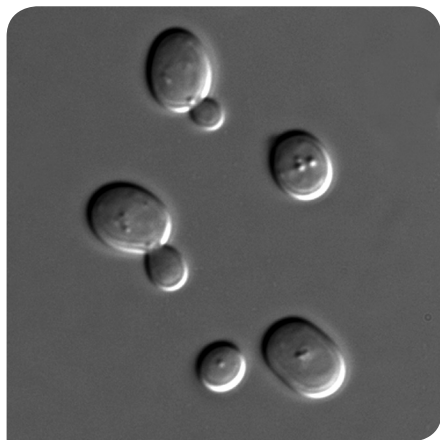


Figura 1: *Saccharomices cerevisiae*, a levedura que dá origem à cerveja, fotografada com o auxílio de um microscópio.

Informações arqueológicas disponíveis apontam que os povos da antiguidade também descobriram que a fermentação poderia ter outras aplicações... Ao utilizarem o amido da farinha como alimento, as leveduras produzem não apenas álcool, mas também gás carbônico (dióxido de carbono ou CO_2 ; no caso das cervejas e dos vinhos espumantes, esse gás é o responsável pela formação de “bolhas” no líquido). Dentro da massa do pão, o gás carbônico não consegue escapar facilmente, fazendo-a inchar e “crescer”. Assim, vão sendo formadas pequenas bolhas, as quais deixam a massa porosa e mais fofa - o álcool acaba evaporando durante a etapa de aquecimento da massa.



Figura 2: O uso das leveduras na massa do pão (acrescentadas na forma de um tablete de fermento que vende nos supermercados) faz com que, durante a fermentação, bolhas de gás carbônico formem-se, deixando o pão fofo.

Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido lático, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...

Os processos de fermentação não têm aplicações somente na indústria alimentícia. Com o tempo, descobriu-se que, a partir da cana-de-açúcar, as leveduras podem fazer o álcool, que hoje utilizamos como combustível para os automóveis. Ou seja, com o tempo, um processo que foi descoberto de forma intuitiva, por meio da observação nos tempos antigos, foi sendo aperfeiçoado para dar origem a compostos que atendem a outras necessidades que o homem possui.

As festas de Baco continuam até hoje!

Baco, deus romano, retratado por Michelangelo Caravaggio (à direita), é relacionado ao vinho, à Natureza, mas também aos excessos e à ebriedade (embriaguez). As festas em sua homenagem, conhecidas como bacanais, eram sempre regadas à comida e a bastante vinho!

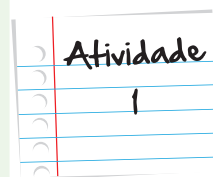
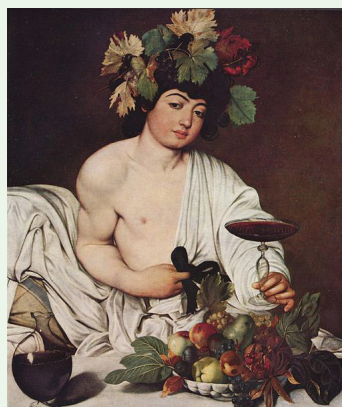
Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis, sem contato com o ar, para que fermentassem. Nesses tonéis, as leveduras consumiam o açúcar do suco de uva e geravam, como produto de seu metabolismo, o álcool que o transformava em vinho.

Hoje em dia, apesar de não cultuarmos Baco como faziam os romanos, também celebramos bastante ao sabor do bom e velho vinho. Mas, será que o vinho atual é produzido da mesma maneira que os antigos?

No Brasil, possuímos grandes produtores de uvas e vinhos. E eles, para produzirem vinhos com mais qualidade e sabor, estão aderindo aos conhecimentos advindos das novas tecnologias.

Há um órgão público brasileiro, a Embrapa Uva e Vinho, que pesquisa e regulamenta novas tecnologias para essa produção. Algumas dessas tecnologias são: quais são os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno; modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores; estudo dos solos onde as uvas são plantadas; quais são os melhores tonéis para armazenar o suco da uva e fermentá-lo; quais são os melhores equipamentos para tratar do solo antes do plantio.

Agora, considerando a definição de biotecnologia, sublinhe, no texto, todas as técnicas relacionadas a ela.



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 2

Vacinas

Não sabemos se você se lembra, mas em meados da década de 1980, um “mascote” foi criado para facilitar a vacinação de crianças: o Zé Gotinha.

O Zé Gotinha faz referência explícita a uma gota de um líquido imunizante que protege as crianças de um determinado grupo de doenças. Vamos retomar um pouco do que vimos sobre o sistema imune na Unidade 3 do Módulo 3.

Imunizar significa tornar imune, ou seja, tornar “à prova de” alguma coisa. Temos um sistema no nosso corpo responsável por defendê-lo de microorganismos ou substâncias que possam afetar o seu bom funcionamento – é o sistema imune, que tem duas formas de atuar na proteção do nosso organismo.

Em uma delas, o nosso sistema imune produz uma série de células especiais, os macrófagos e neutrófilos, capazes de destruir microorganismos que possam nos fazer mal.

A outra forma de defesa está relacionada a moléculas, os famosos anticorpos. Anticorpos (ou imunoglobulinas) nada mais são do que proteínas produzidas pelo nosso sistema imune e que são capazes de neutralizar toxinas ou outros antígenos de naturezas diversas que se encontram em nosso organismo. Os anticorpos podem atuar tanto inativando os antígenos quanto facilitando sua destruição pelas células de defesa do restante do sistema.

A relação entre o anticorpo e o antígeno que ele é capaz de neutralizar é muito, mas muito específica. Assim, é necessário que existam anticorpos para cada tipo de antígeno que entrar em contato com nosso organismo, pois, sem a especificidade química, que permite que um se ligue ao outro, não há neutralização e consequente proteção da pessoa.

A gente já nasce com um certo grupo de anticorpos no corpo, e adquire outros pelo colostro, aquele primeiro leite mais grosso com o qual a mãe amamenta o seu filho. Os outros anticorpos vão sendo produzidos no nosso organismo ao longo da nossa vida. E é aqui que entra o Zé Gotinha e a biotecnologia novamente!

Esta história começa lá nos idos do século XVIII e nos mostra, mais uma vez, que a Biotecnologia vem sendo utilizada e aperfeiçoada desde outros tempos para gerar maior qualidade de vida para o homem – este ser que faz parte da árvore da vida e é capaz de impactá-la de maneira tão significativa.

Naquela época, uma doença chamada varíola causava muitas mortes, e não havia tratamento eficaz ou prevenção contra ela. Um médico inglês, chamado Edward Jenner, observou que havia uma forma semelhante de varíola em vacas. Ele percebeu também que as pessoas que ordenhavam as vacas doentes desenvolviam algumas poucas feridas, mas não ficavam realmente adoecidas. Em um experimento, Jenner inoculou (introduziu) uma secreção de um machucado desses das ordenhadoras em um menino saudável, que desenvolveu uma forma bem branda da doença.

Poucos meses depois, colocou esse mesmo menino em contato com o vírus da varíola de verdade: o resultado foi que ele não contraiu a doença, ou seja, estava imune a ela.

A interpretação desse experimento, que deu origem à primeira vacina, veio depois e foi sendo cada vez melhor compreendida por pesquisadores da área. Hoje em dia, sabemos que o que Jenner fez foi pegar uma forma atenuada do vírus da varíola para desencadear no menino a produção de anticorpos que pudessem defendê-lo de uma real infecção com varíola. Sabemos que é possível fazer isso não somente para vírus, mas também para bactérias, e estimular a defesa contra doenças diversas.

As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente, além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da poliomielite/paralisia infantil.

Falando em paralisia infantil, esta é uma das doenças que, assim como a varíola, já foram erradicadas no Brasil graças às campanhas de vacinação.

Oswaldo Cruz e a Revolta da Vacina

Um dos nomes mais importantes no Brasil, em relação à Saúde Pública, foi Oswaldo Cruz. Este médico foi responsável por, na época do presidente Rodrigues Alves, capitanear uma grande vacinação da população da capital do país (na época, o Rio de Janeiro), revertendo a grande incidência de tifo, varíola e febre amarela.

Em que pese ele tenha feito grandes contribuições para a Saúde Pública da cidade, na época, a maneira como foi conduzido o processo merece um pouco de nossa reflexão. Veja o vídeo disponível em <http://goo.gl/f5RPZ>, sobre a revolta da vacina.

Politicamente, foi uma imposição muito violenta. O bota abaixo do então prefeito do Rio, Pereira Passos, foi uma forma brutal de colocar ordem na cidade, derrubando muitas construções com a finalidade de urbanizar a cidade, alargando ruas, abrindo outras novas. No entanto, tais modificações se deram sem respeitar as pessoas que ali viviam (guardando as devidas proporções, é parecido com o que acontece hoje em dia com os moradores do Morro da Conceição, da Vila Autódromo e de outras partes da cidade). Muitos dos problemas de urbanização que temos hoje, com a população mais pobre com dificuldade de moradia, vêm dessa época.

Na mesma postura autoritária de Pereira Passos, Oswaldo Cruz comandou a vacinação compulsória. As pessoas foram obrigadas a serem vacinadas sem nem entenderem direito como isso funcionava (e, cá entre nós, é realmente uma ideia estranha inocular em você um agente causador de doença para te proteger da doença “de verdade”, não é mesmo?). Hoje em dia, todos sabemos da importância que a vacinação tem em controlar algumas doenças. Mas, na época, a população desinformada tinha medo. Será que a única maneira de estabelecer a vacinação naquela época era a violência? Será que havia tempo para se tentar outra estratégia?





Saiba Mais

Não sabemos a resposta. Foram decisões complexas, que envolveram muitas pessoas e que podem acontecer novamente, de outras formas, na nossa sociedade. Por isso, é importante refletirmos sobre ela...

Hoje em dia, Oswaldo Cruz e sua inegável contribuição para a Saúde Pública brasileira dão nome à Fundação Oswaldo Cruz. A Fiocruz tem importante atuação na área da Saúde, tanto no ensino e na pesquisa, quanto na produção de remédios e vacinas que são distribuídos pelo nosso Sistema Único de Saúde (SUS). Se quiser saber mais sobre a Fiocruz, acesse www.fiocruz.br.



Atividade

2

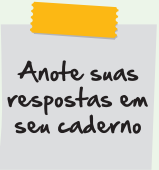
E quando não há vacina?

Há algumas bactérias e fungos que são tão nocivos (ou patogênicos, como preferir) que, após entrarem em nosso organismo não imune, matam-nos rapidamente. Para muitos desses, não há vacina ou remédio que trate os doentes.

Esse é o caso das bactérias ***Yersinia pestis*** (causadora da peste bubônica) e ***Bacillus anthracis*** (provoca o antraz). Elas já foram usadas como armas biológicas, você sabe o que é isso?

Armas biológicas são microorganismos (ou toxinas produzidas por eles) usadas para atingir um oponente durante uma guerra (ou ataque) militar.

É possível, a partir desse novo conhecimento, relacionar as vacinas às armas biológicas?



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 3

Soja, biotecnologia e a discussão sobre os famosos transgênicos

Há muito tempo, o homem manipula plantações. Arranca plantas que são mais frágeis aos ataques de pragas, deixando apenas aquelas que são mais resistentes; seleciona aquelas que dão os melhores frutos, excluindo da plantação aquelas que dão poucos frutos, ou frutos não saborosos e bonitos.

Você aprendeu no Módulo 1 que o nome deste processo é Seleção Artificial. Ele acontece há muitos séculos e, através dele, características vistas como “mais interessantes” pelos agricultores foram sendo selecionadas. O mesmo vale para criadores de animais, que selecionavam os cavalos que corriam mais, eram mais fortes, as vacas que davam mais leite etc.

Pois bem! Se entendemos Biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicos dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.

Só que no campo da Biologia e da Biotecnologia Moderna, essa seleção foi tomando outros contornos... Conhecimentos sobre a estrutura do DNA e a possibilidade de identificar quais genes são responsáveis por quais características, aliados às técnicas mais desenvolvidas de Biologia Molecular, possibilitaram que o homem fizesse outro nível de seleção. Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.

O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.

Há vários propósitos de transgenia. Um muito difundido é a inserção em bactérias do gene que codifica a insulina. A insulina é um peptídeo que, no nosso metabolismo (como você viu na Unidade 5 do Módulo 3), tem o papel de regular a quantidade de açúcar no nosso sangue. Quando há problemas com a regulação dessa quantidade de açúcar, o indivíduo sofre de diabetes e pode precisar de insulina artificial em seu organismo.

Durante muito tempo, essa insulina “extra”, usada como medicamento, foi conseguida a partir de extrações de animais, como boi e porco. Foi na década de 1980 que se descobriu que era possível produzir insulina em laboratório. A prática consistia em inserir o gene que codifica a insulina em uma bactéria que o expressaria (ou seja, produziria a

insulina). Com a multiplicação das bactérias, se multiplicaria também a quantidade de gene expresso e, consequentemente, a quantidade de insulina produzida. A partir daí, por processos de purificação, a insulina poderia ser usada como medicamento normalmente.

Há muitas outras aplicações da modificação genética de organismos. No que se refere à agricultura, como já mencionamos, há uma busca por melhor aproveitamento das plantações.

No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). De soja, um dos produtos mais importantes na nossa balança de exportações, essa proporção chega a mais de 80%. Todos esses OGM de larga escala (soja, milho e até arroz) têm maior resistência a insetos, porque foram modificados com a inserção de genes com propriedade inseticida. Além disso, têm maior resistência aos agrotóxicos, embora nós, que consumimos os alimentos, não tenhamos sido geneticamente modificados para isso.

Fato concreto é que a manipulação genética de plantas de exportação relevante, como a soja, tem um impacto muito grande na economia. Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. Entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e para Agricultura (FAO), o Comissariado Europeu para Pesquisa, Inovação e Ciência e várias das principais academias de ciência do mundo avaliam como “normal” a disseminação de transgênicos. Esta é também a posição do nosso Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente. O Greenpeace carrega intensamente essa bandeira contrária à disseminação e consumo de transgênicos, e conseguiu que, ao menos, os produtos alimentícios transgênicos fossem identificados em seus rótulos, de forma que cada pessoa tivesse sua oportunidade de escolha. As alegações do “time” contrário aos transgênicos são de que os estudos realizados até o momento não seriam totalmente conclusivos, uma vez que seria necessário avaliar os efeitos do consumo constante e prolongado dos transgênicos ao longo da vida das pessoas para chegar a alguma conclusão. Além disso, a manipulação genética teria um impacto direto na biodiversidade, pois estaria interferindo diretamente na natureza e não seria possível avaliar as consequências disso nos ecossistemas.

O que podemos concluir desse debate é que a discussão sobre os transgênicos precisa ser olhada com muita cautela. De um lado, temos a ciência e muitos interesses econômicos em jogo; de outro, argumentos que, embora mais especulativos, não são “maluquices”...

Seção 4

Uma certa ovelha chamada Dolly

Você aprendeu lá no Módulo 1 que existe um tipo de reprodução chamada assexuada. Neste tipo, um organismo dá origem a cópias idênticas de si mesmo – sem “misturar” o seu DNA ao de outro organismo. Isso é o que acontece com as bactérias, por exemplo, e com todas as células do nosso corpo, que se dividem, gerando duas novas células iguais à original.

Em laboratórios, esse princípio é muito utilizado para cultivar células e bactérias com alguma característica específica, por exemplo, como vimos no caso da insulina em bactérias transgênicas. Basta conseguir fazer a inserção do gene da insulina em umas poucas bactérias que, ao se reproduzirem, elas gerarão cópias idênticas contendo esse gene.

Este processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.

A observação da Natureza fez com que a ciência se interessasse bastante pela clonagem. Em um primeiro momento, a observação mostrava que era muito simples fazer clonagem de seres unicelulares (como as bactérias). Mas seria possível clonar organismos complexos, como um mamífero?

Em 1997, é divulgada a resposta para esta pergunta: a ovelha Dolly, um clone que já tinha alguns meses de vida – era o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero. Um grupo liderado pelo pesquisador Ian Wilmut criou a Dolly, em laboratório, a partir de três ovelhas. A ovelha 1 doou célula-ovo, da qual os cientistas retiraram todo o DNA. Da mama de uma ovelha 2 (a que foi efetivamente clonada, porque seu DNA é que foi usado), eles coletaram células e extraíram o DNA, que inseriram na célula-ovo da ovelha 1. Esta célula-ovo da 1 com o DNA da 2 foi inserida em uma ovelha 3, que serviu de “barriga de aluguel”. Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*.

Dolly nasceu em 1996. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce? A Dolly tinha mesmo cinco anos ou tinha onze (soma de sua idade com a idade da ovelha 2, que doou o DNA)? O clone não carrega as características de envelhecimento do seu DNA de origem?

Dolly morreu com sete anos de idade e, embora tenha deixado muitas perguntas sem resposta, a sua “criação” em laboratório abriu uma avenida de possibilidades para os cientistas. Obviamente, ela acenou com a possibilidade de clonagem humana.

Imagine a complexidade deste evento. Quem seria clonado? Quem doaria a célula-ovo? Quem seria a “barri- ga de aluguel” em cada caso de clonagem? Quem arcaria com os custos elevadíssimos desses procedimentos? Foi demonstrado, com a clonagem de outros mamíferos além da ovelha, que é muito difícil clones serem viáveis ou não apresentarem anomalias em seus genomas. Como seria isso com os seres humanos? Para que fim esses clones seriam “usados”? Transplantes de órgãos para o ser “original”? E o clone não é um ser humano também? E, tendo diversos clones, isso não seria um problema para a variabilidade genética de uma população? Se uma catástrofe acontece, como está a capacidade adaptativa se os seres (humanos e bichos) têm o mesmo DNA?

Dado o número de questões sem resposta, em 2003 uma reunião de 63 academias científicas publicou um documento dizendo que seria irresponsável os governos liberarem a produção de clones humanos em seus ambientes científicos.

No entanto, a ciência encontrou um outro princípio de clonagem relevante para a espécie humana: a clona- gem terapêutica. Em vez de se pensar em fazer um ser humano completo clonado, a ideia é fazer tecidos e até órgãos por meio da clonagem, a partir de células-tronco embrionárias. Aqui “mora” o nó crítico da ideia.

Células-tronco, como você viu na Unidade 5 do Módulo 2, são células que ainda não se diferenciaram o suficiente para assumir alguma “função” no nosso organismo. Assim, dependendo do estímulo, elas podem virar qualquer célula. Embora haja células-tronco na medula de indivíduos adultos, nas células embrionárias é que encontramos o maior potencial de multiplicação e diferenciação dessas células. Essas células embrionárias estão presentes no cordão umbilical, placenta e no próprio embrião.

Células-tronco são utilizadas, já nos dias de hoje, para uma série de tratamentos, como é o caso da diabetes tipo 1. No princípio da clonagem terapêutica, a ideia não é gerar um ser-humano-clone, que vai crescer, ficar adulto, mas sim um embrião com o DNA de uma pessoa que, logo nos estágios iniciais, teria suas células coletadas e induzidas à diferenciação de acordo com a necessidade de quem deu origem a esse embrião (um fígado, um rim, um coração etc).

Este tipo de procedimento, embora seja realizado em alguns países no mundo, ainda é proibido no Brasil. Existem muitas, mas muitas questões éticas, de direitos humanos e mesmo científicas que ainda não foram suficientemente debatidas para que se pudesse chegar a uma conclusão.

A pessoa que deu origem ao embrião teria sua vida melhorada ou salva pelo transplante. A clonagem tera- pêutica poderia auxiliar também no tratamento de doenças neurodegenerativas, com a produção de novos feixes nervosos para implante nos “donos do embrião”. A fila de transplantes poderia diminuir muito, assim como os riscos de rejeição do órgão transplantado seriam baixíssimos.

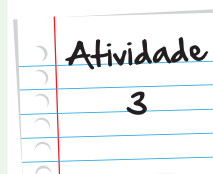
Mas e o embrião, que é descartado depois? Ele é vida ou neste estágio não é considerado vida ainda? Os Direitos Humanos ainda não conseguiram chegar a um consenso sobre o momento em que um embrião é considerado uma vida: se no momento da fecundação, na fixação no útero, no desenvolvimento do encéfalo. Como regulamentar um procedimento onde definições importantes ainda não foram feitas?

Qual a sua opinião?

No meio científico, há controvérsias quanto à utilização de clones para terapia, assim como no meio político e religioso.

Essas pessoas são, claro, reflexos da sociedade e, por isso, é importante que você conheça essas questões e tenha sua própria opinião sobre a clonagem. Então, em poucas linhas, escreva a sua opinião sobre esse tema: você é a favor que se clone células humanas para fins terapêuticos? Por quê?

Anote suas
respostas em
seu caderno



Considerações finais

Depois de tudo o que você estudou aqui nesta unidade, imaginamos que esteja claro o potencial de benefícios do uso tecnológico de sistemas biológicos.

Alguns dos procedimentos biotecnológicos são unânimes hoje, tanto para a população quanto para a comunidade científica em geral. Outros, nem tanto.

No encerramento deste último módulo de Biologia, achamos que a biotecnologia, a manipulação da natureza, nos abre espaço para algumas boas reflexões.

De fato, ainda precisamos de muitos estudos e de tempo para observar e entender as consequências do que o homem vem produzindo. Não há como negar que os cientistas não têm, ainda, como prever o efeito de transgênicos na biodiversidade, a longo prazo. Observações pontuais não dão conta de responder a perguntas como: “o que

acontece com quem se alimenta de transgênicos que possuem “genes-inseticidas” por 30 anos?” ou “o que acontece com os insetos que se alimentam de plantas com essas características? E com outros bichos que se alimentam desses insetos? Como são afetadas as cadeias e teias alimentares?”

Qual é o limite da intervenção do homem na Natureza? Ele existe? Deve existir? A ciência explica e justifica tudo? Quais são as implicações para o próprio homem das interferências que ele vem realizando na natureza? Existem consequências? Quais são?

São muitas as questões sobre as quais temos que refletir. É inegável o avanço da ciência e os benefícios que ela tem trazido para a sociedade. Por outro lado, isso não deve nos permitir colocá-la em um lugar de onisciência absoluta, de quem “sabe-tudo”, sem regulamentação pela própria Ciência, pelo Direito e, principalmente, pela Ética.

Resumo

- A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como “Biotecnologia”.
- Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.
- A fermentação alcoólica acontece; em um ambiente sem oxigênio, quando microorganismos, denominados leveduras, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no “suco de cevada” (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos),
- Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido láctico, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...
- As vacinas são antígenos que não nos fazem mal, mas são capazes de desencadear uma resposta imune adaptativa, ou seja, a produção de anticorpos.
- As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente,

além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da polio-mielite/paralisia infantil.

- Se entendemos biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicos dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.
- Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.
- O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.
- No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente.
- O processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.
- A ovelha Dolly foi o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero, conhecido, em 1997. Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que, na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce?

Veja ainda

Existem muitas aplicações da Biotecnologia e, neste espaço, claro que não ia ser possível falar de todas elas. Na verdade, essa não é a ideia, mesmo, pois queremos que você vá à Internet, pesquise, descubra coisas e faça as suas próprias reflexões.

Para dar um pontapé, apenas, em temas que não foram abordados, seguem algumas dicas de início de investigação:

- Bioetanol e biodiesel são **biocombustíveis**, ou seja, diferente da gasolina, que vem do petróleo, eles são produzidos de fontes biológicas, como a cana-de-açúcar e óleo de cozinha. Saiba mais em: <http://www.youtube.com/watch?v=vxprpNZaZs0>
- **Biorremediação** é um jeito de “consertar” poluição com a ajuda de microorganismos. Hoje em dia se sabe que, quando há derramamento de petróleo nos oceanos, por exemplo, usar microorganismos para “comer” esse petróleo e limpar as águas pode ser uma boa saída. Assista <http://www.youtube.com/watch?v=HhAjr3EHxKk> para entender um pouco mais sobre os biocombustíveis e sobre a biorremediação.

Referências

- Documento da convenção sobre diversidade biológica da Organização das Nações Unidas. Disponível em: http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao_01.pdf. Acesso em 28 fev 2013.
<http://www.brasilecola.com/geografia/biodiesel.htm>. Acesso em 01 mar 2013
http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/o_biodiesel.html. Acesso em 01 mar 2013
- Página do Instituto de tecnologia em imunobiológicos – Bio Manguinhos. Disponível em www.bio.fiocruz.br. Acesso em 01 mar 2013.
- Revista da Vacina. Disponível em <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html>. Acesso em 02 mar 2013.
- Pela 1ª vez, transgênicos ocupam mais da metade da área plantada no Brasil. Disponível em <http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/02/pela-1a-vez-transgenicos-ocupam-mais-da-metade-da-area-plantada-no-brasil.html>. Acesso em 03 mar 2013.
- Testes em transgênicos são robustos o suficiente, diz especialista. Disponível em <http://noticias.terra.com.br/ciencia/testes-em-transgenicos-sao-robustos-o-suficiente-diz-especialista,2f7821105c7bc310VgnCLD2000000ec6eb0aRCRD.html>. Acesso em 03 mar 2013.
- Lisboa, Marcia, 2008. Insulina: avanços da pesquisa. Disponível em <http://www.fiocruz.br/jovem/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=printerview&sid=5&infoid=269>. Acesso em 03 mar 2013.
- <http://www.bioetica.ufrgs.br/dollyca.htm>
- <http://www.icb.ufmg.br/mor/mor/Disciplinas/Embriologia/clonagem.htm>

- <https://www.ufmg.br/diversa/4/clonagem.htm>
- <http://www.rc.unesp.br/biosferas/0011.php>

Imagens



- André Guimarães



- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg



- http://farm7.staticflickr.com/6137/5939683445_5b0f810ee1_b_d.jpg • Dee



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Michelangelo_Caravaggio_007.jpg



- <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

Atividade 1

- “Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis, sem contato com o ar, para que fermentassem.”

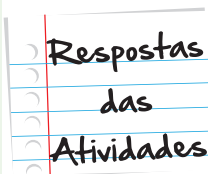
A produção de vinho a partir do suco da uva é uma técnica que se utiliza os processos fisiológicos de dois seres vivos: a planta e o fungo.

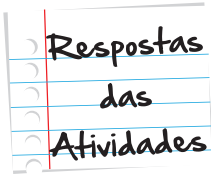
- “os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno”

A partir do conhecimento da fisiologia da videira (planta que produz a uva), é possível aferir qual tipo de vida melhor cresce em determinado tipo de solo. Assim, obtemos melhor produto.

- “modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores”

Se modificarmos as informações genéticas de um ser vivo, ele pode passar a conter informações anatômicas e fisiológicas que melhor nos convém.





Atividade 2

Vacinas e armas biológicas são frutos da Biotecnologia. A partir do conhecimento científico sobre os efeitos dos microorganismos sobre nós, podemos produzir elementos que beneficiem a população humana (como as vacinas) ou, pelo contrário, é possível promover eventos que diminuam a população.

Por isso, é importante sabermos que a chave para o sucesso da ciência não é a quantidade de produção do conhecimento e sim o que você faz com ele. Há de ser se ter responsabilidade com o que produzimos, assim como respeito para com os seres vivos que nos circundam.

Atividade 3

Causa e efeitos das tecnologias são aspectos que nem sempre um cientista pode apontar. O mesmo vale para clonagem. E é importante que você baseie a sua opinião sobre esse tema em fontes bibliográficas seguras. Portanto, pesquise bastante sobre a clonagem e reflita sobre as consequências de seus usos, assim como os seus porquês.





Atividade extra

Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia

Exercício 1 – Cecierj – 2013

Os povos antigos descobriram o fenômeno da fermentação alcoólica de uma maneira simples e resumida, isso acontece, em um ambiente sem oxigênio, quando os microorganismos, denominado leveduras, precisam obter energia para sua sobrevivência.

As leveduras são

- a. os fungos, os vírus e as bactérias.
- b. os bolores, os fungos e os cogumelos.
- c. as bactérias, os micróbios e os fungos.
- d. os cogumelos, bolores, bactérias e vírus.

Exercício 2 – Cecierj – 2013

O ácido lático é um produto do metabolismo das células na ausência do oxigênio.

Quando isso ocorre em nossas células musculares, sentimos um grande desconforto muscular que é conhecido como

- a. traumatismo.
- b. reumatismo.
- c. paralisia.
- d. câimbra.

Exercício 3 – Cecierj – 2013

Existem algumas bactérias e fungos que são tão nocivos que após entrar num organismo não imune, matam-no rapidamente.

Podemos citar como exemplo deste caso a peste

- a. eqüina.
- b. aviária.
- c. bovina.
- d. bubônica.

Exercício 4 – Cecierj – 2013

No Brasil, em relação aos transgênicos, estima-se que mais da metade das plantações vinculadas à produção para exportação estejam geneticamente modificadas (OGM).

Os produtores utilizam essa tecnologia em suas plantações para

- a. fazer rações em larga escala.
- b. tentar globalizar os produtos.
- c. diminuir a utilização de adubos químicos.
- d. combater pragas e fungos que possam danificar o produto.

Exercício 5 – Cecierj – 2013

O bioetanol e o biodiesel são biocombustíveis, ou seja, diferente da gasolina, que vem do petróleo, eles são produzidos de fontes biológicas.

Cite dois exemplos dessas fontes biológicas que são capazes de produzir biocombustíveis?

Gabarito

Exercício 1 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☒ ☐ ☐

Exercício 2 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☐ ☐ ☒

Exercício 3 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☐ ☐ ☒

Exercício 4 – Cecierj – 2013

A B C D
☐ ☐ ☐ ☒

Exercício 5 – Cecierj – 2013

Dois entre mamona, cana de açúcar, óleo de dendê e óleo de cozinha.

