

## EMA E SEUS "PARENTES"

Vivian Lavander Mendonça e Sônia Lopes (agosto de 2003)

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>TEMA</b>                   | Processos evolutivos: anagênese e cladogênese   |
| <b>CONCEITOS RELACIONADOS</b> | Movimentos tectônicos na Terra ( <i>Gondwana</i> e tectônica de placas), endemismo, especiação  |
| <b>OBJETIVOS</b>              | Os estudantes poderão compreender:<br>1- os mecanismos da evolução biológica (fatores anagenéticos e cladogenéticos), que levam à formação de novas espécies;<br>2- o significado de ancestral comum;<br>3- o significado de espécie endêmica.  |
| <b>ESTRATÉGIAS DE ENSINO</b>  | Essa atividade pode ser aplicada como introdução ao tema <b>evolução</b> e formação de novas espécies. Para melhor compreensão da atividade, recomenda-se que os estudantes já tenham alguma noção sobre fatores evolutivos como mutação, recombinação gênica e seleção natural.  |
| <b>PRINCÍPIOS BÁSICOS</b>     | <p><b>Princípios de Biogeografia:</b></p> <p>Biogeografia é o estudo dos padrões de distribuição geográfica dos seres vivos, bem como dos processos que geraram estes padrões. Alfred Russel Wallace, um dos pioneiros da área, representou a Terra em seis grandes regiões biogeográficas (Paleártica, Etiópica, Oriental, Australiana, Neártica e Neotropical). Cada região caracteriza-se por conter um determinado conjunto de seres vivos endêmicos. <b>Espécies endêmicas</b>, de acordo com a biogeografia, são as espécies que apresentam uma distribuição restrita a uma certa região; tem significado oposto ao de espécie cosmopolita, cujos indivíduos apresentam vasta distribuição geográfica.</p> <p style="text-align: right;">[Texto adaptado de: POUGH. <i>A vida dos vertebrados.</i>]</p> <p><b>Processos evolutivos: Anagênese e Cladogênese</b></p> <p>Atualmente entende-se que a diversidade de seres vivos é resultante de processos evolutivos e que esses processos podem ocorrer basicamente por anagênese e cladogênese. <b>Anagênese</b> compreende os processos pelos quais um caráter surge ou se modifica numa população ao longo do tempo, sendo responsável pelas "novidades evolutivas". São exemplos de eventos anagenéticos a mutação, a recombinação gênica, que ocorre na</p> |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
|                                  | <p>reprodução sexuada, e a seleção natural, que atua sobre a variabilidade genética da população, selecionando os organismos mais bem adaptados a uma determinada condição ambiental. <b>Cladogênese</b> compreende processos responsáveis pela ruptura da coesão original em uma população, gerando duas ou mais populações. Um exemplo de evento cladogenético é o surgimento de barreiras geográficas, isolando uma população inicial em duas, que não mais se comunicam. Cada uma das populações, agora isoladas, passa a ter sua própria história evolutiva e, ao longo do tempo, em função dos eventos anagenéticos, modificam-se, podendo dar origem a duas ou mais espécies distintas. Características vantajosas que surgem nas populações podem ser mantidas por seleção natural.</p> <p style="text-align: right;">[Texto extraído de: Lopes, Sônia. <i>Bio</i> v. 2, Editora Saraiva, 2002.]</p> |
| <b>DURAÇÃO</b>                   | 2 aulas  |
| <b>MATERIAIS<br/>NECESSÁRIOS</b> | <p>Para a atividade tornar-se mais interessante, recomenda-se utilização das seguintes figuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- um mapa-múndi;</li> <li>- representação do continente pré-histórico <i>Gondwana</i>;</li> <li>- fotos de ema, avestruz e emu (no anexo 1 há uma breve descrição das três espécies).</li> </ul> <p>O professor pode verificar se esses materiais estão disponíveis na biblioteca da escola ou pedir aos alunos que façam uma pesquisa em casa e levem as imagens no dia combinado para a execução da atividade. No item "<b>Fontes de pesquisa na Internet</b>" estão algumas sugestões de <i>sites</i> onde as figuras acima podem ser encontradas. Para melhor aproveitamento da atividade, é interessante que as fotos ou figuras das três aves sejam coloridas.</p>  |
| <b>PROCEDIMENTOS</b>             | <p>1- Peça aos alunos que observem as figuras da ema (Brasil), do avestruz (África) e do emu (Austrália), obtidas em livros disponíveis na escola ou mediante pesquisa feita pelos próprios alunos (veja item "Materiais necessários"). Localize a distribuição atual dessas aves no mapa-múndi. Explique à classe o significado do termo ESPÉCIE ENDÊMICA ou</p>  |

ENDEMISMO, utilizando o mapa para indicar a distribuição das três espécies de ave (a definição do termo “endemismo” encontra-se no item “Princípios Básicos”).

2- Utilizando as figuras disponíveis, os alunos devem observar as características morfológicas de cada ave, relacionando-as com o ambiente em que a espécie vive – esta etapa pode ser feita em pequenos grupos. Acompanhe a discussão entre os alunos e certifique-se de que os seguintes aspectos estão sendo levantados:

- Como as características dessa ave podem ser consideradas adaptações ao ambiente?
- De que forma estas características poderiam aumentar a sobrevivência das espécies?

*Exemplos:*

*- A ema possui coloração parda que se confunde com a vegetação seca do cerrado, podendo auxiliar na camuflagem.*

*- O avestruz consome cactos e plantas suculentas para suprir sua necessidade de água, já que habita a região seca das savanas africanas.*

*- O emu, habitante das regiões secas da Austrália, passa o dia escondido na vegetação e fica ativo à noite, quando a temperatura é mais amena.*

*Outras conclusões podem ser baseadas nas figuras e na breve descrição de cada ave, disponível no anexo 1. É importante ressaltar para os alunos que os ambientes onde essas espécies vivem, apesar de estarem localizados em continentes distintos, são bastante parecidos entre si (cerrado brasileiro, savanas africanas e campos da Austrália). Para as três aves, portanto, as conclusões deste exercício devem ser semelhantes.*

3- Peça a cada grupo que compartilhe com a classe suas observações e escreva-as no quadro.

*Exemplo: a ema, o emu e o avestruz possuem pernas fortes e compridas, que ajudam na rápida locomoção.*

4- Mostre aos alunos a figura com a representação da Terra há 250 milhões de anos, com o supercontinente *Gondwana* no hemisfério Sul reunindo os continentes Austrália, Antártida, África, Madagascar, Índia e América do Sul. Explique à classe o que é ANAGÊNESE e CLADOGÊNESE (veja item “Princípios Básicos”). Os estudantes deverão então discutir o

processo evolutivo das espécies, anotando quais devem ter sido os eventos anagenéticos e quais os eventos cladogenéticos que levaram à formação dessas três espécies de aves e à provável seqüência desses eventos.

*Emas, avestruzes e emus provavelmente tiveram um ancestral comum, cuja população deve ter habitado o continente pré-histórico Gondwana na área correspondente aos atuais continentes América do Sul, África e Austrália. Quando essa grande massa de terra se fragmentou devido ao movimento das placas tectônicas, a população inicial foi separada, representando um **evento cladogenético**. Os grupos da ave ancestral passaram a viver em isolamento reprodutivo, pois surgiram oceanos separando os continentes, e as aves do grupo ancestral não eram voadoras. Os grupos, então isolados, passaram a ter sua própria história evolutiva e, ao longo do tempo, modificaram-se devido a **eventos anagenéticos** como mutações no material genético de alguns indivíduos, dando origem a características distintas. Características vantajosas ao ambiente que surgiram de forma independente nessas populações podem ter sido mantidas por seleção natural. Apesar de estarem localizadas em continentes distantes, as populações das aves corredoras habitam ambientes bastante parecidos. Dessa maneira, a seleção natural deve ter atuado de modo que selecionou características semelhantes nas três populações, como pernas corredoras e a coloração que permite a camuflagem com o ambiente. Hoje, a ema, o emu e o avestruz são espécies distintas, que habitam continentes diferentes mas que possuem algumas características comuns.*

5- Verifique as idéias anotadas em cada grupo e formule com a turma uma conclusão final (vide exemplo acima). Uma breve descrição das prováveis características do ancestral comum dessas três aves encontra-se no anexo 1 e pode ser útil nessa etapa de conclusão da atividade.

**VARIAÇÕES  
&  
SUGESTÕES**

Além do caso da ema e de seus "parentes", existem outros exemplos de organismos que se assemelham e ocupam continentes distintos da Terra. Acredita-se que são casos de especiação relacionados à separação dos continentes que começou a ocorrer há cerca de 150 milhões de anos,

devido à movimentação lenta e contínua das placas tectônicas. A canela-de-ema, encontrada nos campos rupestres do Brasil (região de Minas Gerais), é uma planta que cresce no alto dos chapadões e demora cerca de 500 anos para atingir 2 metros de altura (espécies semelhantes são encontradas na África). e na Península Arábica. Os marsupiais da América do Sul (gambás) e da Austrália (cangurus e coalas) provavelmente também tiveram origem na separação do grande continente *Gondwana*. Procure figuras desses organismos, ou peça aos alunos que façam essa pesquisa (a Internet pode ser um bom instrumento na busca das figuras – vide “fontes de consulta” a seguir). A classe pode ser dividida em grupos e então cada um deve trabalhar com um caso (o caso das aves ratitas, o caso dos marsupiais e o caso da canela-de-ema). O procedimento deve ser semelhante ao proposto acima e, ao final da atividade, cada grupo apresenta suas conclusões para a classe. O importante é que todos os grupos, independente dos exemplos estudados, compreendam como os eventos cladogenéticos e anagenéticos atuaram na evolução desses seres vivos.

**FONTES DE CONSULTA NA INTERNET**

- Figura do Gondwana:  
<http://www.lebendigevorwelt.de/leben2/leb221.jpg>  
Este endereço remete diretamente à figura do continente Gondwana, sem legendas.
- Figuras de Avestruz:  
<http://www.arconet.es/users/marta/avestruz.jpg> (macho e fêmea no ambiente natural)  
<http://www.zoofari.com.mx/fla/animales/avestruz.jpg>  
<http://www.cantodasaves.hpg.ig.com.br/avestruz.htm>
- Figuras de Ema:  
<http://www.cantodasaves.hpg.ig.com.br/ema.htm>  
<http://www.come-to-brazil.com/brasil/ecologia/imagens/ema.jpg>
- Figuras de Emu:  
<http://www.cantodasaves.hpg.ig.com.br/emu.htm>  
<http://www.angelfire.com/ns/cir/images/emu.jpg>  
<http://www.deakin.edu.au/~jchow/emu.jpg>
- Marsupiais:  
<http://www.saudeanimal.com.br/mundarda.htm>  
A página traz informações e figuras sobre um pequeno marsupial da região Sul da Austrália chamado mundarda. Essa espécie pode ser utilizada como variação da atividade, por ser bastante parecida com os gambás, marsupiais que ocorrem na América do Sul. No mesmo *site*, pode-se encontrar informações e figuras do gambá e do lobo-da-Tasmânia,

|  |  |
|--|--|
|  | <p>um marsupial extinto pela atividade caçadora do ser humano.</p> <p><a href="http://www.pr.gov.br/iap/faunamamif0102.html">http://www.pr.gov.br/iap/faunamamif0102.html</a></p> <p>Site do governo do Estado do Paraná que traz uma lista dos animais ameaçados de extinção da região. Esta página traz informações e uma gravura sobre uma espécie de gambá conhecida popularmente por cuíca d'água (<i>Chironectes minimus</i>), uma das poucas espécies de marsupial da América do Sul.</p> <p><a href="http://www.psico.ufrgs.br/~cris/galeria/fotos/animais/coala">http://www.psico.ufrgs.br/~cris/galeria/fotos/animais/coala</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canela-de-ema (<i>Vellozias</i>)</li> </ul> <p>FOTOS DE CANELAS-DE-EMA</p> <p><a href="http://www.viaecologica.com.br/ecoquias/planalto/fotos/flora.htm">http://www.viaecologica.com.br/ecoquias/planalto/fotos/flora.htm</a> (fotos de espécies brasileiras, com destaque para a flor)</p> <p><a href="http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/afrika/botany/vellozia.htm">http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/afrika/botany/vellozia.htm</a> (fotos de espécies encontradas no Sul da África)</p> |
| <p><b>SUGESTÕES PARA AVALIAÇÃO</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação durante a atividade.</li> <li>• Resposta ao exercício final.</li> <li>• Questão proposta pelo ENEM (veja o anexo 2).</li> </ul> <p><b>Gabarito da questão</b></p> <p>Alternativa D: dentre as hipóteses contidas nas alternativas, esta é a considerada correta. Para a resolução correta desse teste, o aluno precisa ter conhecimentos sobre a história da Terra e a evolução da vida. Assim, é necessário saber que a Terra já foi formada por grandes massas de terra – os continentes Laurásia ao Norte e Gondwana ao Sul –, que no decorrer de milhões de anos foram se fragmentando e dando origem aos continentes que hoje conhecemos (e que continuam a se deslocar!). Então, a alternativa D logo se destaca como uma explicação mais convincente. Também era importante saber que, na evolução dos seres vivos, o grupo das aves surgiu em momento anterior ao grupo dos homínídeos, do qual a espécie humana faz parte, descartando assim a alternativa C.</p>   |

### Breve descrição das aves

**Ema** (*Rhea americana*; Ordem Rheiformes):

Faz parte do grupo das aves ratitas, nome dado às aves não voadoras. Habita desde o cerrado brasileiro até os pampas do Uruguai. Pode atingir 1,70 m de altura e seu peso fica em torno de 35 kg (é a mais pesada ave do Brasil). É uma ave que usa sua habilidade para a corrida como estratégia de defesa, podendo atingir até 70 km/h! A ema pode viver cerca de 40 anos, e aos dois anos já atinge a maturidade sexual. São os machos que chocam os ovos e cuidam do ninho. Alguns ovos não são chocados e acabam apodrecendo e atraindo larvas de insetos; estas larvas constituem as primeiras refeições dos filhotes. É um animal onívoro: alimenta-se de vegetais como capins e frutas, e também de insetos, pequenos roedores e cobras. Tem o hábito de engolir pedrinhas, o que auxilia na trituração do alimento, como fazem muitas outras aves. Quando o dia está muito quente, a ema só pode ser vista à noite, quando sai para se alimentar. Atualmente, está ameaçada de extinção no seu habitat natural. Os caçadores vendem as penas (para enfeite ou fabricação de espanadores) e as coxas, onde os músculos são mais desenvolvidos, para consumo da carne.

**Avestruz** (*Struthio camelus*; Ordem Struthioniformes):

Ave ratita natural das regiões secas e áridas da África. Os machos adultos chegam a pesar 180 kg e atingir 2,5 m de altura; sua coloração é bastante característica, com plumas pretas de pontas brancas. As fêmeas são menores e de cor acinzentada. Sua estratégia de defesa é a corrida (podendo chegar a 70 km/h) e pontapés com suas pernas fortes. Também é uma ave nadadora. Alimenta-se de vegetais e pequenos animais; consome cactos e outras plantas suculentas para suprir sua necessidade de água. A fêmea coloca cerca de 10 ovos de uma só vez, os quais são chocados pelo macho. Atualmente, esta espécie tem sido criada em cativeiro para comércio da carne (mais especificamente das coxas da ave), das plumas e da pele.

**Emu** (*Dromarius novaehollandie*; Ordem Casuariiformes):

Ave ratita que vive nas regiões mais secas da Austrália. Pode atingir 1,60 m de altura e um peso de 80 kg. Sua plumagem parda confunde-se com a vegetação dos arbustos, onde o emu passa o dia escondido. À noite, sai para procurar brotos de plantas, insetos e pequenos vertebrados. Assim como a ema e o avestruz, o emu não possui os músculos peitorais desenvolvidos, como nas aves voadoras. Em compensação, os músculos das pernas são bastante fortes e permitem que essas aves ratitas atinjam altas velocidades na corrida. O emu é considerado um animal agressivo, que desfere pontapés com as garras à mostra quando se sente ameaçado.

**Ancestral comum:** acredita-se que o ancestral comum destas aves tenha surgido quando América do Sul, África, Austrália e Antártida formavam um único continente no hemisfério Sul, o chamado *Gondwana*. Com a separação dos continentes em função da movimentação das placas tectônicas e o conseqüente isolamento dessas regiões, as populações de cada novo continente deram origem às espécies hoje conhecidas de ema, emu e avestruz. A análise de DNA dessas três aves tem convencido os pesquisadores de que essa hipótese é a mais provável. As representações mais aceitas do ancestral comum destas aves foram baseadas em fósseis e mostram organismos com 2 m de altura e cerca de 100 kg, que caçavam mamíferos de pequeno e médio porte com seus bicos grandes e fortes e garras nas pontas dos dedos. A presença de penas, de pernas compridas e a falta de adaptações no esqueleto para o voo (como o osso esterno com quilha) levam a crer que eram aves corredoras muito semelhantes às espécies atuais.

## Sugestão para avaliação

### Teste do ENEM/2000

No mapa, é apresentada a distribuição geográfica de aves de grande porte e que não voam.

#### Questão 1



Figura

Há evidências mostrando que essas aves, que podem ser originárias de um mesmo ancestral, sejam, portanto, parentes. Considerando que, de fato, tal parentesco ocorra, uma explicação possível para a separação geográfica dessas aves, como mostrada no mapa, poderia ser:

- a) a grande atividade vulcânica, ocorrida há milhões de anos, eliminou essas aves do Hemisfério Norte.
- b) Na origem da vida, essas aves eram capazes de voar, o que permitiu que atravessassem as águas oceânicas, ocupando vários continentes.
- c) O ser humano, em seus deslocamentos, transportou essas aves, assim que elas surgiram na Terra, distribuindo-as pelos diferentes continentes.
- d) O afastamento das massas continentais, formadas pela ruptura de um continente único, dispersou essas aves que habitavam ambientes adjacentes.
- e) A existência de períodos glaciais muito rigorosos, no Hemisfério Norte, provocou um gradativo deslocamento dessas aves para o Sul, mais quente.

