

PARA O PROFESSOR OU A PROFESSORA

CONDUÇÃO DO USO DO MATERIAL DIDÁTICO “DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”

O material didático “Desafio Biogeográfico” trabalha com os alunos noções de Biogeografia, extremamente importante para a compreensão da relação entre a evolução de espécies e sua distribuição atual na superfície da Terra com eventos geológicos ou geográficos. Essa relação é essencial para que os alunos não desenvolvam conceitos isolados dentro de evolução, estrutura de comunidades, história geológica da Terra e conservação da biodiversidade, e percebam que esses quatro temas estão completamente interligados na natureza (a separação se dá para fins didáticos). Para a aplicação deste material, espera-se que os alunos já tenham conhecimentos básicos em Ecologia, Evolução, Sistemática e Biogeografia. Julga-se, para tal, que a atividade deve ser aplicada a alunos de Ensino Médio.

O material é composto por 4 conjuntos de 2 cartilhas cada (total de 8 cartilhas). Os 4 conjuntos são: (a) “Arquipélago de Galápagos” e “Os Tentilhões de Darwin”; (b) “Istmo do Panamá” e “Os Camarões do Panamá”; (c) “Parques Nacionais nos Estados Unidos” e “Extinção de Espécies Dentro de Áreas Protegidas”; (d) “Formação da Bacia Amazônica” e “Distribuição da Avifauna na Amazônia”. Em cada conjunto, as 2 cartilhas contêm histórias que se complementam e que unem aspectos geológicos/geográficos, aspectos evolutivos e aspectos ecológicos no estudo de um mesmo caso, eliminando a separação usual entre Evolução, Ecologia e Geologia. Dessa forma, os alunos tem uma compreensão integrada dos eventos e visualizam o que é e qual a importância da Biogeografia.

A atividade com uso do material “Desafio Biogeográfico” consistirá, primeiramente, na divisão dos alunos da sala em 8 grupos (de pelo menos 2 alunos cada), cada grupo receberá uma cartilha. Os grupos terão um tempo para analisar seu material separadamente e responder as questões apresentadas (não há necessidade das respostas serem entregues ao professor), e, em seguida, cada grupo explicará para o restante da sala qual é o conteúdo de seu material. Ao final, os alunos da sala em conjunto, guiados pelo professor, deverão identificar quais histórias são complementares e debater sobre os conteúdos nelas presentes, retomando conceitos ministrados em aulas anteriores. Aconselha-se que a atividade seja realizada no período de uma aula de 50 minutos, podendo ser estendida a outras aulas. Caso não haja alunos suficientes para a formação de 8 grupos, pares de cartilhas podem ser retirados sem que a dinâmica seja prejudicada.

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

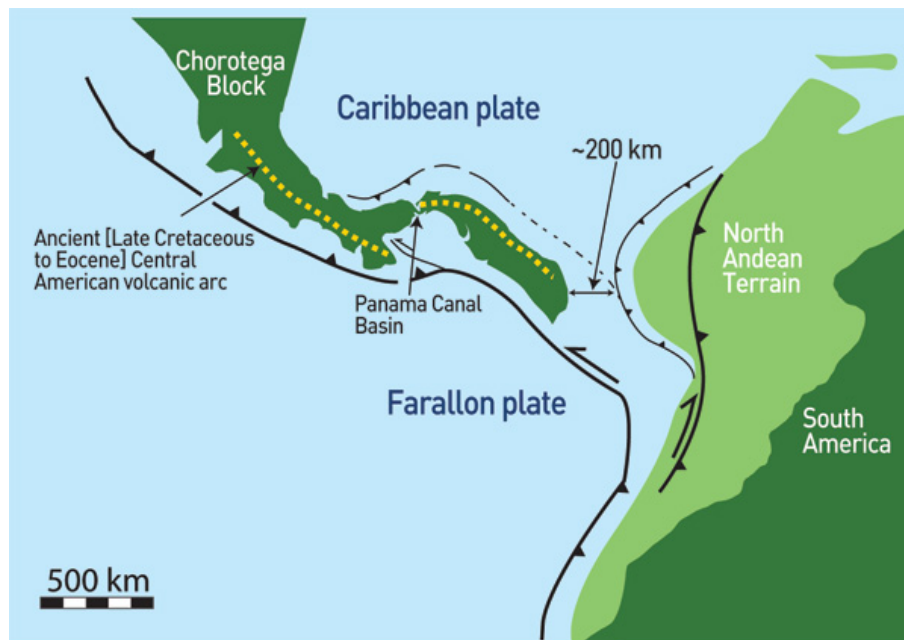
PARA ALUNOS E ALUNAS

**REGRAS PARA USO DO MATERIAL DIDÁTICO
“DESAFIO BIOGEOGRÁFICO”**

1. Dividam-se em 8 grupos. Cada grupo receberá uma cartilha.
2. Leiam com atenção a cartilha recebida e discutam juntos eventuais dúvidas.
3. Reflitam sobre as questões apresentadas e organizem suas respostas de modo a facilitar no momento da apresentação oral ao restante da sala.
4. Cada grupo deverá apresentar a situação contida em sua cartilha aos grupos restantes. Em seguida, haverá um debate conjunto.
5. Após discutir com os outros grupos, a situação contida em sua cartilha ficou mais clara para vocês?

Istmo do Panamá

Há milhões de anos, as Américas do Norte e Central eram separadas da América do Sul, havendo uma comunicação entre os oceanos Pacífico e Atlântico. Entre cerca de 15 e 4,5 milhões de anos atrás, formou-se o chamado istmo do Panamá, uma extensão de terra estreita que conectou as duas grandes porções. Esse istmo originou-se por meio da lenta colisão entre a Placa do Pacífico e a Placa do Caribe, que gerou grande pressão e calor e levou à formação de vulcões. Alguns destes vulcões ficaram submersos e outros foram grandes o suficiente para formarem ilhas. Enquanto isso, o movimento das duas placas tectônicas também foi responsável pelo levantamento do assoalho oceânico, que emergiu em diversos pontos nesta região. Ao longo do tempo, a chegada de muitos sedimentos provenientes das Américas Central e do Norte e da América do Sul preencheu os espaços entre as ilhas recém-formadas e as porções emersas do assoalho, completando a formação do istmo. Geólogos e biólogos acreditam que a formação do istmo do Panamá foi um dos eventos geológicos mais importantes nos últimos 60 milhões de anos.



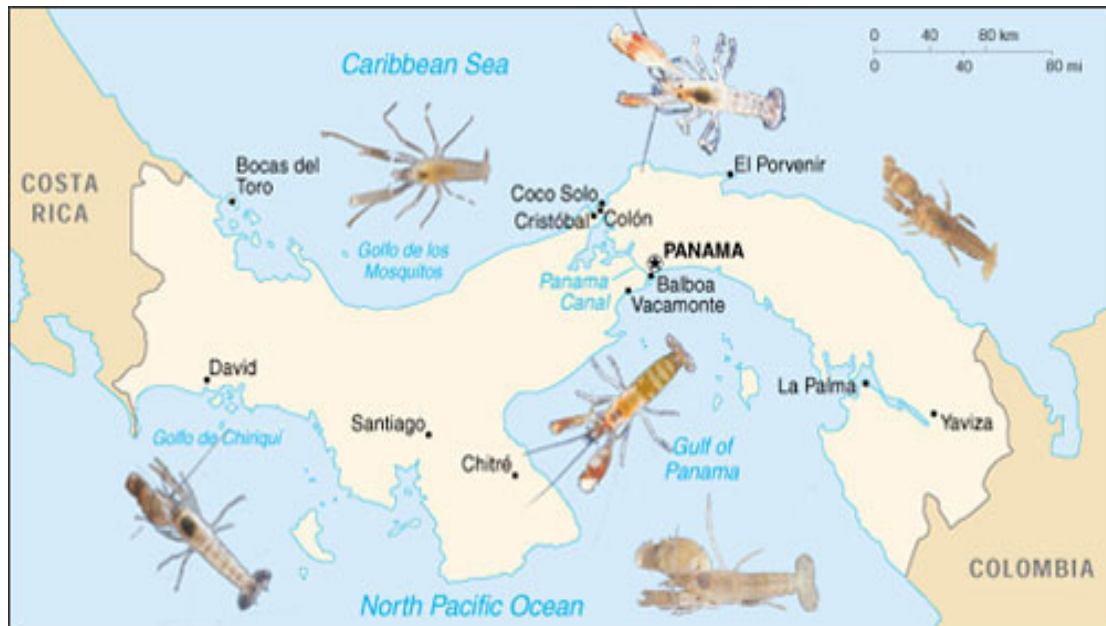
Mapa com representação de um estágio intermediário da formação do istmo do Panamá. As setas pretas representam o sentido da movimentação das placas tectônicas. Note os arcos de vulcões representados pela linha pontilhada amarela. Imagem retirada de http://www.stri.si.edu/english/about_stri/headline_news/news/article.php?id=1574.

Refleta e responda:

1. Por que os biólogos acreditam que a formação do istmo foi um dos principais eventos geológicos nos últimos 60 milhões de anos? Discutam e formulem suas hipóteses.
2. Em 1914, foi inaugurado o canal do Panamá, um canal marítimo com 81 km de extensão que corta o istmo do Panamá. Este canal é muito importante para o comércio internacional, já que é utilizado para tráfego de navios cargueiros. Sabendo-se disso, hipotetizem quais seriam possíveis consequências biogeográficas geradas pela construção deste canal.

Os Camarões do Panamá

Na região marítima do Panamá, país da América Central que faz fronteira com a Costa Rica e a Colômbia, existem diversas espécies de camarão do gênero *Alpheus*, distribuídas tanto pela costa do oceano Atlântico quanto pela costa do Pacífico. Estudos moleculares dos genes de organismos destas espécies evidenciaram que estas são aparentadas e que compõem três grandes clados. O segundo e o terceiro clados são grupos-irmãos e o primeiro clado é grupo-irmão do clado formado pelos outros dois grupos.



Mapa do Panamá com ilustrações de algumas espécies de camarão do gênero *Alpheus* e suas distribuições geográficas aproximadas. Imagem retirada de: http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/05/2/image_pop/l_052_03.html.

Refleta e responda:

1. Em grupo, discutam e formulem hipóteses sobre processos evolutivos que podem ter gerado a relação de parentesco das espécies do gênero *Alpheus* descrita acima.
2. Que tipo de evento geológico pode ter sido responsável pela distribuição geográfica das espécies deste gênero?

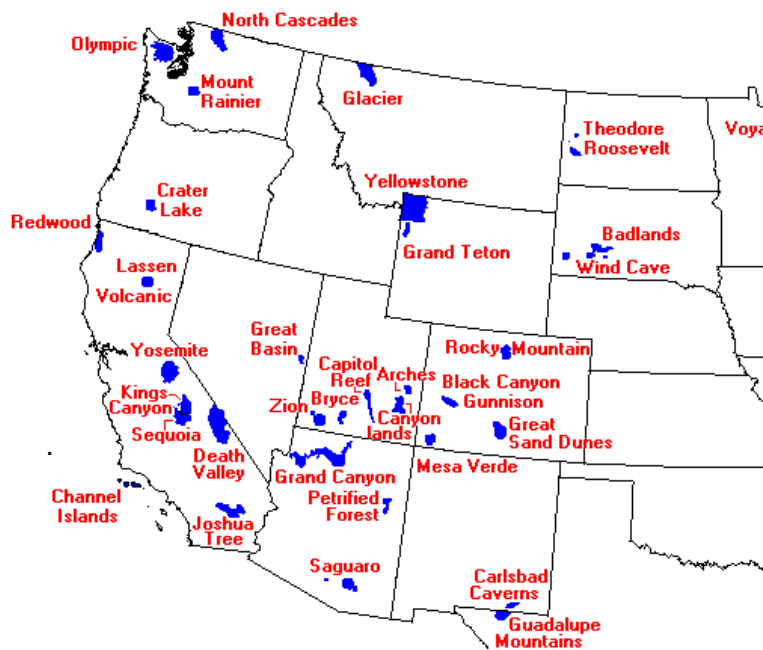
Referência:

Williams, S.T.; Knowlton, N.; Weigt, L.A.; Jara, J.A. Evidence for Three Major Clades within the Snapping Shrimp Genus *Alpheus* Inferred from Nuclear and Mitochondrial Gene Sequence Data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 20, 3, 375–389. 2001.

Parques Nacionais nos Estados Unidos

As últimas décadas do séc. XIX e a primeira década do século XX foram marcadas pela criação de grandes Parques Nacionais nos Estados Unidos. Entre eles, podemos citar Sequoia-Kings Canyon National Park, famoso pela sua importância na preservação das gigantescas árvores de sequoia, e o Yellowstone National Park, o mais antigo Parque Nacional do mundo, onde já foram relatadas a presença de diversas espécies de grandes e pequenos mamíferos, como o lobo-cinzento (*Canis lúpus*), o urso marrom (*Ursus arctos ssp.*), guaxinins (*Procyon lotor*) e espécies de esquilos.

Mais tarde, a partir da segunda década do século XX, os novos parques apresentariam áreas menores, em média. Parques como Bryce Canyon National Park e Lassen National Park totalizam juntos 570 km², o que corresponde a menos de um sexto da área total do parque Sequoia-Kings, por exemplo. Uma das razões para tal diferença na extensão dos parques seria a expansão de centros urbanos e cultivos agropecuários. Além disso, outra consequência das atividades humanas foi o isolamento destas limitadas áreas protegidas das demais.



Mapa da região oeste dos Estados Unidos, onde há sua maior concentração de Parques Nacionais. As manchas em azul representam as áreas dos respectivos parques.

Imagem retirada de http://cohp.org/natl_parks/national_parks.html.

Refleta e responda:

1. Em grupo, discutam como vocês esperariam que o tamanho dos parques estivesse relacionado com o tamanho das populações de espécies que nele habitam.
2. Muitos pesquisadores acreditam que o isolamento dos parques representa um risco a sua biodiversidade. Por que vocês acham que isso seria possível?

Extinção de Espécies Dentro de Áreas Protegidas

A criação de áreas sob proteção ambiental tem enorme importância para a conservação da flora, fauna e patrimônios geológicos e históricos. Entretanto, biólogos tem relatado uma diminuição no número de espécies de determinados grupos de mamíferos em algumas áreas protegidas. Ao criar uma área protegida em determinado local, não se pode esperar que esta área assegure a sobrevivência de todas as espécies ali presentes anteriormente. A extinção local de espécies tem sido relacionada tanto a características da área protegida, que podem não ser suficientes para assegurar a sobrevivência de determinadas espécies, assim como características da paisagem em que área se inclui. Portanto, o contexto biogeográfico e social de seu entorno é de grande importância para a compreensão da dinâmica de suas populações.

Um pesquisador obteve os seguintes dados ao analisar diversas áreas sob proteção ambiental dos Estados Unidos :

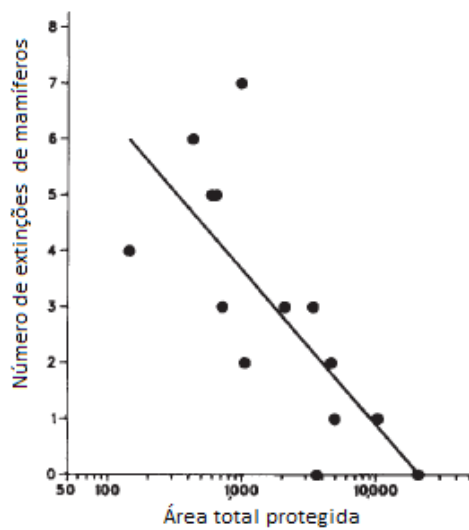


Gráfico 1.

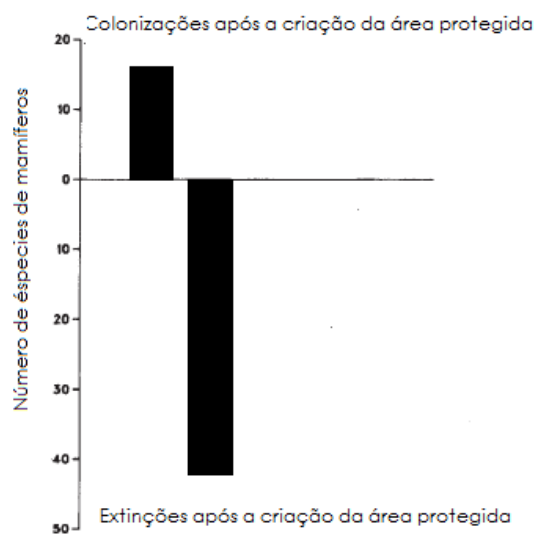


Gráfico 2.

Refleta e responda:

1. Em grupo, discutam a que razões vocês atribuiriam a relação obtida no gráfico 1.
2. Baseando-se em seu conhecimento e nas informações acima, que fatores devem levar a extinção local das espécies?

Referência

Adaptado de Newmark, W. D. (1987). A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. *Nature*, 325(6103), 430-432.

Arquipélago de Galápagos

Ilhas oceânicas remotas são reconhecidas como modelos naturais para o estudo dos processos evolutivos envolvidos na diversificação de espécies, já que o distanciamento fornece oportunidades para isolamento e divergência de populações. Grupos de ilhas podem compartilhar um clima e uma história geológica relativamente semelhantes, mas cada ilha possui uma história evolutiva distinta que a caracteriza como um ambiente único.

O arquipélago de Galápagos é um conjunto de ilhas vulcânicas situado no oceano Pacífico, a cerca de 1000 km da costa da América do Sul. Sabe-se que seu passado geológico é bastante complexo. O movimento das placas tectônicas, o vulcanismo e o ciclo de glaciações causam constante modificação na estrutura do arquipélago. Ilhas já submergiram e novas já emergiram. Ilhas que hoje são separadas já foram conectadas por terra no passado e vice-versa.



Mapa topográfico do atual Arquipélago de Galápagos. As cores representam, em metros, a altitude do terreno e estão de acordo com a legenda no canto inferior esquerdo. Imagem retirada de http://www.geodyssey.co.uk/ecuador/_images/maps/galapagos_map_100c.gif.

Refleta e responda:

1. Em termos de evolução e distribuição de espécies, discutam sobre a importância de datar a emergência de cada ilha e estimar a distância desse arquipélago em relação ao continente ao longo de sua história geológica.
2. Estudos indicam um possível aumento de 70m no nível do mar devido ao derretimento excessivo das calotas polares, fenômeno causado pelo efeito estufa que é agravado pelas ações humanas. Observando o mapa acima, imaginem como ficaria, futuramente, a configuração dessas ilhas. O que poderia ocorrer com as populações que habitam a Ilha Isabela?

Referência:

Geist, D. On the emergence and submergence of the Galápagos Islands. *Noticias de Galápagos*, Darwin Foundation 56, 5-9. 1996

Os Tentilhões de Darwin

Quando Charles Darwin passou pelo arquipélago de Galápagos, ele começava a reunir argumentos em favor de sua teoria da evolução das espécies. Nas diferentes ilhas, ele identificou diversas espécies de uma ave chamada Tentilhão. Elas tinham muitas semelhanças entre si e com outra espécie do continente sul-americano, mas diferiam quanto ao tamanho e à forma de seus bicos, como mostra a figura abaixo. A forma do bico tem uma relação com o hábito alimentar das espécies.



Diversificação de bicos e hábitos das diferentes espécies de tentilhões nas ilhas de Galápagos. Imagem retirada de <http://modeling-natural-selection.wikispaces.com/how-does-speciation-occur%3F>.

Refleta e responda:

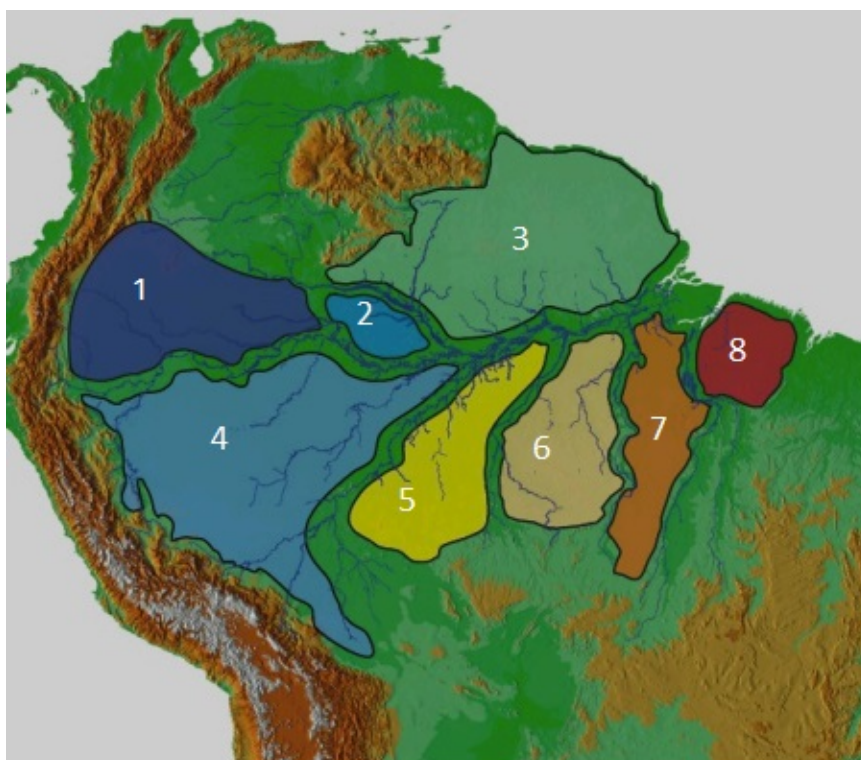
1. Levando em consideração que as ilhas possuem ambientes ecológicos diferentes, como vocês imaginam que os diferentes tipos de bico inicialmente se originaram nos tentilhões das Galápagos? Conseguem estabelecer uma relação entre sua hipótese e a teoria de evolução de espécies proposta por Darwin?
2. O que ocorreria se uma população de tentilhões terrícolas de bico fino, especializada em comer sementes pequenas, fosse transportada para uma ilha com pouca abundância de plantas com sementes pequenas?

Referência:

Sato, A., Tichy, H., O'hUigin, C., Grant, P. R., Grant, B. R., & Klein, J. On the origin of Darwin's finches. *Molecular Biology and Evolution*, 18(3), 299-311. 2001.

Distribuição da Avifauna na Amazônia

Hipóteses sobre como as espécies evoluíram no tempo e no espaço são formuladas a partir, dentre outras coisas, da identificação de padrões de distribuição de espécies, da delimitação de áreas de endemismo de espécies que compartilham histórias evolutivas comuns e da identificação de processos físicos e biológicos que podem atuar como mecanismos causais destas distribuições. Naturalistas nos séculos passados e biólogos modernos vêm continuamente acumulando dados sobre a distribuição geográfica da avifauna amazônica. Um dos padrões mais conhecidos é o apresentado abaixo, onde várias espécies aparentadas (mesmo gênero ou diferentes subespécies), provavelmente originárias de espécies ancestrais comuns, estão distribuídas em grandes zonas de endemismo na bacia amazônica.



Representação mostrando as áreas de endemismo de aves na bacia Amazônica. 1. Napó, 2. Jaú, 3. Guiana, 4. Inambari, 5. Rondônia, 6. Tapajós, 7. Xingu, 8. Belém. Imagem retirada de <http://biogeoamazonica.blogspot.com.br/2013/06/novas-especies-de-aves-descobertas-para.html>.

Refleta e responda:

1. Em grupo, formulem hipóteses acerca dos eventos geológicos e processos evolutivos que podem ter gerado o padrão de distribuição espacial das espécies aparentadas acima.
2. Se não existisse qualquer separação física entre as regiões, seria possível ser observado o mesmo padrão? Isto é, seria possível ocorrer especiação sem que haja isolamento geográfico? Explique sua resposta.

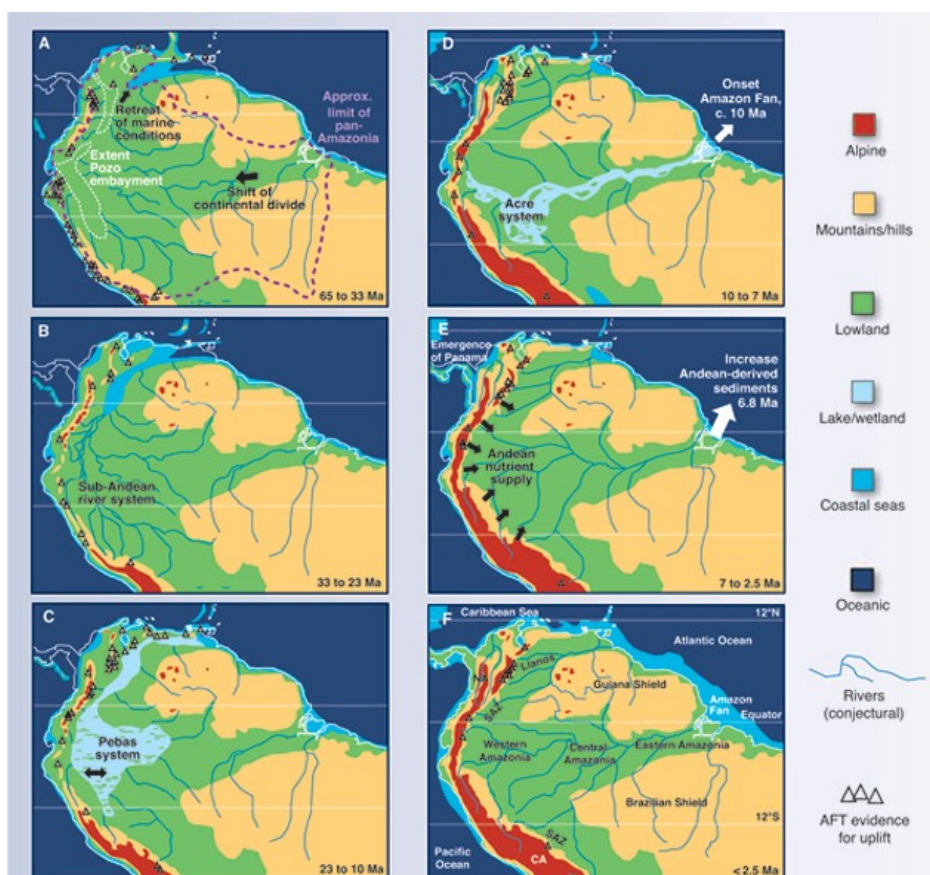
Referência:

BORGES, Sérgio H. Análise biogeográfica da avifauna da região oeste do baixo Rio Negro, Amazônia brasileira. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 24, n. 4, dez. 2007.

HAFFER, J. 1992. On the "river effect" in some forest birds of southern Amazonia.

Formação da Bacia Amazônica

Os eventos geológicos melhor estudados na região da Bacia Amazônica dizem respeito à penetração do oceano Pacífico e do Mar do Caribe no interior da alta Amazônia e ao soerguimento da cordilheira dos Andes. Ao longo do Mioceno (entre 5 e 25 milhões de anos atrás), houve frequentes incursões marinhas provenientes do Caribe na região da atual bacia amazônica, o que provocava o isolamento de diversas áreas mais altas que permaneciam não inundadas. Posteriormente, a conexão entre a alta Amazônia e o mar do Caribe deve ter sido fechada devido ao intenso soerguimento dos Andes, o que deu origem ao curso dos rios que compõem a bacia hoje em dia.



Representação da formação da bacia hidrográfica amazônica. Observar a incursão marinha proveniente do Mar do Caribe e o soerguimento da Cordilheira dos Andes. Imagem retirada de <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/cacadores-de-fosseis/biodiversidade-da-amazonia-explicada>.

Refleta e responda:

1. Em grupo, discutam e formulem hipóteses acerca de como a formação da bacia hidrográfica pode estar relacionada à grande biodiversidade da fauna presente na Amazônia.
2. Com o processo de assoreamento, gerado pela retirada da mata ciliar, a largura dos rios pode aumentar e impossibilitar a migração de algumas aves de um lado para o outro. O que pode acontecer com populações de uma espécie de ave que habita ambas as margens de um rio que está sendo assoreado?

Referência:

BORGES, Sérgio H.. Análise biogeográfica da avifauna da região oeste do baixo Rio Negro, Amazônia brasileira. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 24, n. 4, dez. 2007.

MORNER, N.; D. ROSSETI & P.M. TOLEDO. 2001. The Amazon rainforest only 6-5 millions years old, p. 3-18.