



Ciências Biológicas

Cadernos CB Virtual 1

❖ Rafael Angel Torquemada Guerra (org.)

❖ Carlos Alberto de Almeida Gadelha ❖ Christianne Maria Moura Reis

❖ Hamilton Soares da Silva ❖ Luis Fernando Marques dos Santos

❖ Maria Regina de Vasconcellos Barbosa ❖ Mário Luiz Araújo de Almeida Vasconcellos

❖ Marta Maria Gomes Van der Linden ❖ Pedro Roberto Pontes Santos



**Universidade Federal da Paraíba
Universidade Aberta do Brasil
UFPB VIRTUAL**

COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS À DISTÂNCIA

Caixa Postal 5046– Campus Universitário - 58.051-900 – João Pessoa

Fone: 3216-7781 e 8832-6059

Home-page: portal.virtual.ufpb.br/biologia

UFPB

Reitor

Rômulo Soares Polari

Pró-Reitor de Graduação

Valdir Barbosa Bezerra

UFPB Virtual

Coordenador

Lucídio dos Anjos Formiga Cabral

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Diretor

Antônio José Creão Duarte

Departamento de Sistemática e Ecologia

Chefe

Juraci Alves de Melo

**Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas à Distância**

Coordenador

Rafael Angel Torquemada Guerra

Coordenação de Tutoria

Márcio Bernardino da Silva

Coordenação Pedagógica

Isolda Ayres Viana Ramos

Coordenação de Estágio

Paulo César Geglio

Apoio de Designer Instrucional

Luizângela da Fonseca Silva

Artes, Design e Diagramação

Romulo Jorge Barbosa da Silva

Apoio Áudio Visual

Edgard Adelino Ruiz Sibrão

Ilustrações

Christiane Rose de Castro Gusmão

Fotos da contracapa: Rafael Angel Torquemada Guerra

Arte e Montagem da Contracapa: Romulo Jorge Barbosa da Silva

C 569 Cadernos Cb Virtual 1 / Rafael
Angel Torquemada Guerra ... [et al.]-
João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.
516 p. : Il.
ISBN: 978-85-7745-678-9

Educação a Distância. 2. Biologia
I. Guerra, Rafael Angel Torquemada.
UFPB/BC CDU: 37.018.43

Este material foi produzido pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas a Distância da Universidade Federal da Paraíba. A reprodução do seu conteúdo está condicionada à autorização expressa da UFPB.



Fundamentos de Sistemática e Biogeografia

Maria Regina de Vasconcellos Barbosa

INTRODUÇÃO

A Sistemática e a Biogeografia são ciências diretamente relacionadas com o estudo da diversidade biológica, ou seja, o estudo das diferentes formas de vida e suas variações. Ambas possuem interface com diversas outras ciências e formam a base do conhecimento biológico; a Sistemática através da classificação e descrição das espécies e grupos taxonômicos, e a Biogeografia através do estudo da sua distribuição.

Como vocês verão ao longo deste curso, a Sistemática e a Biogeografia tiveram um papel fundamental no desenvolvimento da ciência biológica e na nossa compreensão do mundo atual. Foram os primeiros naturalistas, como eram chamados os estudiosos do mundo natural, que lançaram as bases do que hoje é a moderna Biologia.

Nos últimos anos a biodiversidade assumiu um papel político-econômico que até então não era reconhecido. Tratados internacionais, como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagem em Perigo de Extinção (CITES), que regulam as relações entre os países nesta área, alavancaram a elaboração de marcos regulatórios em cada país.

O Brasil, como signatário desses acordos, assumiu uma série de compromissos internacionais com metas e prazos definidos de modo a atingir três objetivos principais: a conservação da diversidade biológica; o uso sustentável de seus componentes; e a repartição equitativa dos benefícios resultantes do uso desses recursos.

Além disso, o Brasil participa do limitado grupo de países megadiversos, ou seja, aqueles que detêm uma grande riqueza de espécies, e os olhos do mundo estão voltados para nós. Nos meios acadêmicos, políticos e na mídia, opiniões sobre como devemos tratar a nossa biodiversidade e sobre qual é a nossa real riqueza de espécies têm sido objeto de intenso debate.

Administradores, políticos, legisladores e firmas de consultoria estão cada vez mais necessitando de pesquisadores que estudem a Terra, seu ambiente e seus organismos para melhor planejar o futuro e garantir o seu uso racional. Nesta disciplina convidamos você a fazer parte deste grupo.

FUNDAMENTOS DE SISTEMÁTICA E BIOGEOGRAFIA

Profa. Maria Regina de Vasconcellos Barbosa

UNIDADE 1 BIOGEOGRAFIA

Biogeografia é a ciência que objetiva documentar e entender os padrões espaciais de diversidade biológica, partindo da premissa que a diversidade de plantas e animais varia de forma não aleatória e previsível. A Biogeografia estuda a distribuição de plantas e animais sobre a superfície da Terra num contexto espacial e temporal. Ou seja, está relacionada com a análise e explicação dos padrões de distribuição correlacionando-os com as mudanças que ocorreram no passado, continuam ocorrendo ou ocorrem hoje e que afetam essa distribuição.

Contudo, apenas uma pequena fração do total de espécies que habitam o planeta foi identificada até o momento, cerca de 1,8 milhões, de um total estimado acima de 10 milhões. Por outro lado, a perda de espécies apenas nas florestas pluviais tropicais é de aproximadamente 6 mil espécies por ano, número que preocupa os mais otimistas.

A chegada do homem teve um profundo impacto sobre o ambiente natural, sendo algumas vezes considerada uma catástrofe no sentido de que os humanos manipulam o ambiente para beneficiar uma única espécie. É, portanto, objetivo também da Biogeografia fornecer informações básicas que possam ser usadas como orientação para melhor manejar o ambiente natural, tornando possível prever e atenuar as consequências das alterações antrópicas.

A Biogeografia é uma ciência de síntese, com forte relação com outras ciências como a Ecologia, Climatologia, Ciências dos Solos, Paleontologia, Sistemática, Geologia e a Geografia.

São questões centrais da Biogeografia: 1. Que espécies ocorrem em um determinado local? 2. Como os organismos estão adaptados às condições do ambiente neste determinado local? 3. Que fatores biológicos ou ambientais previnem um organismo de ocorrer em áreas adjacentes?

Tradicionalmente a Biogeografia é dividida em: **Biogeografia histórica**, que objetiva reconstruir a origem, dispersão e extinção de taxa e biotas; e **Biogeografia ecológica**, que analisa a distribuição atual e a variação geográfica da diversidade em função das interações entre organismos e o meio físico e biótico.

1. HISTÓRICO DA BIOGEOGRAFIA

A Biogeografia, como ciência, começou no século XVIII, uma época em que prevalecia a ideia de que a Terra, o clima e suas espécies eram imutáveis. Acreditava-se na concepção bíblica de que as plantas e os animais, assim como o homem, tinham sido criados por Deus.

Os naturalistas de então acreditavam que, com seu trabalho, atendiam a um chamado divino, e que realizar um catálogo completo da vida seria uma forma de revelar os mistérios da criação e glorificar a Deus.

Porém, ao longo do século XVIII, as grandes expedições para exploração do mundo e a descoberta de novos organismos trouxeram novos desafios. Como classificar e conhecer toda essa diversidade? Como explicar os diferentes padrões de distribuição apresentados pelas

espécies? Onde teria atracado a Arca de Noé para que essas espécies pudessem ter se dispersado para regiões tão distantes após as águas do dilúvio terem baixado?

Lineu (1707- 1778), o grande naturalista sueco, também acreditava que todos os organismos teriam se originado pela criação divina e especulava sobre a existência de uma “Montanha Paradisiaca” localizada na região tropical, próxima ao Equador, com diferentes espécies adaptadas à diferentes altitudes - organismos de climas quentes na base da montanha e organismos de climas frios nas partes mais elevadas. Da mesma forma, sua explicação para a dispersão pós-dilúvio também incluía uma montanha, o Monte Ararat, na Turquia, sobre o qual teria encalhado a Arca.

Foi o naturalista francês Georges Buffon (1707-1788), a partir do estudo de mamíferos africanos e sul-americanos, o primeiro a perceber que diferentes regiões do mundo, mesmo que climaticamente semelhantes, apresentavam diferentes grupos de organismos. Esta constatação, mais tarde, após a sua validade também ser confirmada para aves, répteis, insetos e plantas, tornou-se conhecida como a Lei de Buffon ou como o primeiro princípio da Biogeografia. Buffon fez também várias outras importantes observações que contribuíram para o avanço da Biogeografia, como uma possível conexão no passado entre alguns continentes atualmente isolados e a extinção de alguns animais.

Outros estudos subsequentes com animais e plantas corroboraram as observações de Buffon e contribuíram para a consolidação da visão de que a Terra, seu clima e suas espécies são dinâmicos. Dentre os naturalistas do final do século XVIII e início do século XIX, destacam-se o alemão Alexander von Humboldt (1769-1859) e o botânico suíço Augustin de Candolle (1778-1841). Humboldt acreditava que o mundo estava dividido em certo número de regiões naturais, cada uma com sua assembleia de plantas e animais distinta. O trabalho de Humboldt influenciou de Candolle que, partindo do estudo da dispersão de plantas em escala global, definiu 20 regiões fitogeográficas, 18 continentais e 2 insulares. A distinção entre elas foi baseada na presença de plantas restritas a cada uma dessas regiões, que ele chamou de endêmicas.

Em 1858, Charles Darwin (1809-1882) divulga, através da leitura na Real Academia de Ciências da Inglaterra, documentos dele próprio e do também inglês Alfred Wallace (1823-1913), que havia chegado independentemente a conclusões semelhantes as de Darwin, uma teoria que explicava a origem de todas as espécies por meio da seleção natural. Nesta teoria, Darwin demonstrou a importância fundamental de relações entre os seres vivos e as interações entre estes e o ambiente para o funcionamento dos ecossistemas.



Figura 1. Charles Darwin, provavelmente aos 51 anos (data da foto imprecisa, 1859 ou 1860)

Fonte:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charles_Darwin_aged_51.jpg

Darwin, um dos cientistas mais conhecidos e reconhecidos na atualidade, passou vários anos elaborando esta teoria. Quando iniciou sua longa viagem ao redor do mundo a bordo navio britânico HMS *Beagle* em 1831, ele era um jovem de 22 anos. Nas Ilhas Galápagos,

isoladas do continente sul-americano por 960 Km, Darwin observou que os pássaros que povoavam as Ilhas, embora semelhantes aos do continente sul-americano, eram espécies distintas. Ele observou também que em cada ilha, de acordo com o tipo de alimento disponível, havia uma espécie de pássaro diferente.

Após a viagem, Darwin instalou-se em Londres e começou a redigir seus primeiros trabalhos científicos com base nas centenas de plantas, animais e alguns fósseis que coletou. Aliando suas próprias observações às informações de vários taxonomistas que estudaram o material proveniente da expedição, Darwin, em 1838, passou a admitir a ideia de que as espécies não eram estáveis, que elas se transformavam com o passar do tempo, na verdade uma idéia anterior de Lamarck.

Em 1809, ano do nascimento de Charles Darwin, o naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), para explicar a origem da vida e a formação das diferentes espécies apelou para forças naturais. Segundo ele, além de produzir as formas mais simples de seres vivos a partir da matéria inerte, essas forças fizeram com que, geração após geração, as formas menos organizadas dessem lugar a outras progressivamente mais complexas. O homem, que nas classificações dos seres vivos sempre ocupava o topo da escala, era, para Lamarck, o degrau mais alto que essa marcha tinha alcançado. Considerando que a teoria da geração espontânea estava em voga na França do início do século XIX, o fato novo no pensamento de Lamarck era a ideia de que seres simples e diminutos surgidos da matéria inerte podiam produzir uma descendência mais complexa. E essa descendência, por sua vez, podia dar origem a uma terceira geração um pouco mais complexa ainda. Lamarck considerava que o desenvolvimento da vida era pautado por uma tendência ao incremento de complexidade, embora não tivesse uma explicação clara para a transmissão hereditária desse incremento de complexidade.

Darwin viveu um enorme conflito, pois suas ideias o levavam a uma posição de enfrentamento com relação a seus amigos cientistas, como Charles Lyell (1797- 1875), que considerava uma estupidez a ideia de que as espécies se transformam, e com a igreja anglicana. Incapaz de enfrentar essa situação, ele esperou 20 anos para divulgar suas ideias e publicar, em 1859, seu livro mais importante, *A origem das espécies*. Neste ele formula a teoria da evolução, baseada no surgimento de variabilidade genética ao acaso e da ação da seleção natural. Darwin concluiu que a descendência de cada geração é sempre maior do que o necessário para repô-la, e que, conseqüentemente, aqueles descendentes que possuem características mais favoráveis à sobrevivência, nas condições de um determinado meio, têm mais chance de sobrevivência e de passar à próxima geração estas características. Nenhum aspecto essencial dessa teoria foi alterado nos últimos 150 anos.

:: SAIBA MAIS... ::



Pesquise sobre a vida e a obra de Charles Darwin e responda ao Quiz a seguir. Veja os sites:

<http://darwin-online.org.uk/>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin

QUIZ Darwin Vida e Obra

- 1) Qual o nome completo e em que ano nasceu Charles Darwin?
- 2) O que Darwin costumava colecionar quando criança?
- 3) Por que Charles Darwin desistiu do curso de Medicina? Que atividade ele foi desenvolver?
- 4) Qual era o nome do avô de Charles Darwin? Ele era muito religioso?
- 5) Qual foi a palavra utilizada por Lamarck antes do termo conhecido por Evolução?
- 6) O que levou Darwin a ter um grande interesse pela ciência?
- 7) Quem influenciou Charles Darwin no início de sua carreira científica?
- 8) Que idade tinha Darwin quando embarcou no H.M.S. Beagle? Quanto tempo ele ficou embarcado?
- 9) Darwin morreu em sua casa. Onde ele foi sepultado?
- 10) Quais são os pontos de partida para as idéias de Charles Darwin sobre Evolução?
- 11) Qual o nome do principal livro escrito por Charles Darwin?
- 12) Quem estimulou Charles Darwin a publicar a sua teoria?
- 13) Quem deu o impulso importante para teoria de Charles Darwin?

Um pouco mais jovem que Darwin, Alfred Russel Wallace (1823-1913) também se dedicou ao estudo da distribuição das espécies. Wallace é lembrado até hoje pela demarcação das grandes regiões zoogeográficas da Terra, destacando em seus trabalhos a relevância dos processos geológicos para a distribuição dos organismos. Entretanto, Wallace teve também participação no desenvolvimento da Teoria da Evolução. Em 1858, o manuscrito original com suas ideias que enviou a Charles Darwin, para análise, serviu de incentivo para que esse finalmente expusesse suas ideias. Wallace passou muitos anos estudando a fauna das Índias Orientais, entre a Austrália e a Ásia, e por sua contribuição é tido como o Pai da Biogeografia.

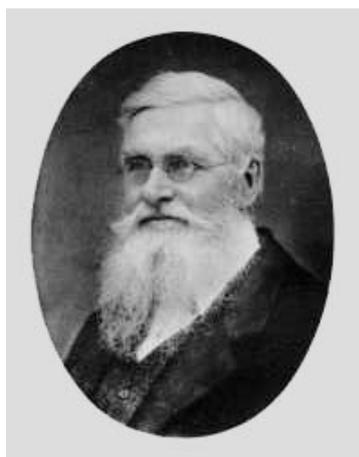


Figura 2. Alfred Russel Wallace aos 66 anos

Fonte: <http://people.wku.edu/charles.smith/index1.htm>

Wallace foi um dos principais apoiadores de Darwin, mas fez também importantes contribuições à Biologia Evolutiva ampliando sua aplicação para a explicação da distribuição das espécies e na evolução dos animais. Seu conhecimento sobre a distribuição e as complexidades das adaptações permitiram que ele expandisse a teoria da evolução.

Os avanços da ciência no século XIX permitiram, além da melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na expansão e diversificação de espécies, uma melhor estimativa da idade da Terra, uma melhor compreensão da natureza dinâmica dos continentes e oceanos. Passou-se a aceitar que o clima da Terra era extremamente mutável, que o nível do mar já havia se alterado e a superfície da Terra se transformado pelo soerguimento e

erosão de montanhas. Além disso, passou-se a crer também que houve extinção de espécies no passado, seguidas de novos períodos de criação.

Duas correntes de pensamento distintas para explicar a distribuição das espécies se cristalizaram nessa época: os dispersionistas e os extensionistas. Os dispersionistas, representados por Darwin e Wallace, entendiam que a diversificação e adaptação das biotas resultam da seleção natural, e a expansão e eventual isolamento e disjunção das biotas são produtos de dispersão a longas distâncias. Os extensionistas, representados por Lyell, Forbes e Hooker, defendiam a tese de que as espécies expandiram sua área de distribuição através de “pontes” atualmente submersas e de grandes continentes que existiram no passado. Estas últimas ideias, contudo, foram descartadas pela falta de evidências geológicas.

Foi somente em meados do século XX, nas décadas de 50 e 60, com as contribuições de Leon Croizat, que trouxe explicações alternativas à dispersão embasadas no princípio da vicariância, e com o resgate da Teoria da Deriva Continental rebatizada de Tectônica de Placas, que se abriram novas perspectivas para a Biogeografia.

2. TECTÔNICA DE PLACAS E HISTÓRIA EVOLUTIVA DAS BIOTAS

2.1. TECTÔNICA DE PLACAS

Antes do advento da tectônica de placas, a teoria da deriva continental, proposta pelo meteorologista alemão Alfred Wegner em 1912, já postulava que os continentes atuais eram fragmentos de uma grande massa continental preexistente, o supercontinente Pangea. Entretanto, a noção de que os continentes não estiveram sempre em suas posições atuais era uma suspeita muito anterior ao trabalho de Wegner. Abraham Ortelius, um antigo cartógrafo do século XVI já havia notado as similaridades entre as costas Americana e Africana e especulado que estes continentes deveriam ter estado juntos em alguma ocasião. Contudo, Wegner foi o primeiro a utilizar outras evidências além da similaridade das costas. O trabalho pioneiro de Wegner demonstrou que a distribuição dispersa de alguns fósseis de plantas e animais em continentes atualmente totalmente separados, formariam um padrão coerente se os continentes fossem reagrupados no supercontinente Pangea.

Além do encaixe existente entre continentes atualmente separados e distantes, e da distribuição de alguns fósseis comuns, Wegner baseou sua teoria também na natureza das rochas. Ele propôs que o supercontinente Pangea começou a se dividir há cerca de 200 milhões de anos atrás (Figura 3). Segundo Alexander Du Toit, professor de Geologia e um dos poucos apoiadores de Wegner, a Pangea primeiro se quebrou em duas grandes massas continentais, *Laurasia* no hemisfério norte e *Gondwana* no hemisfério sul. Laurasia e Gondwana, por sua vez, continuaram se fragmentando até chegar aos continentes atuais.

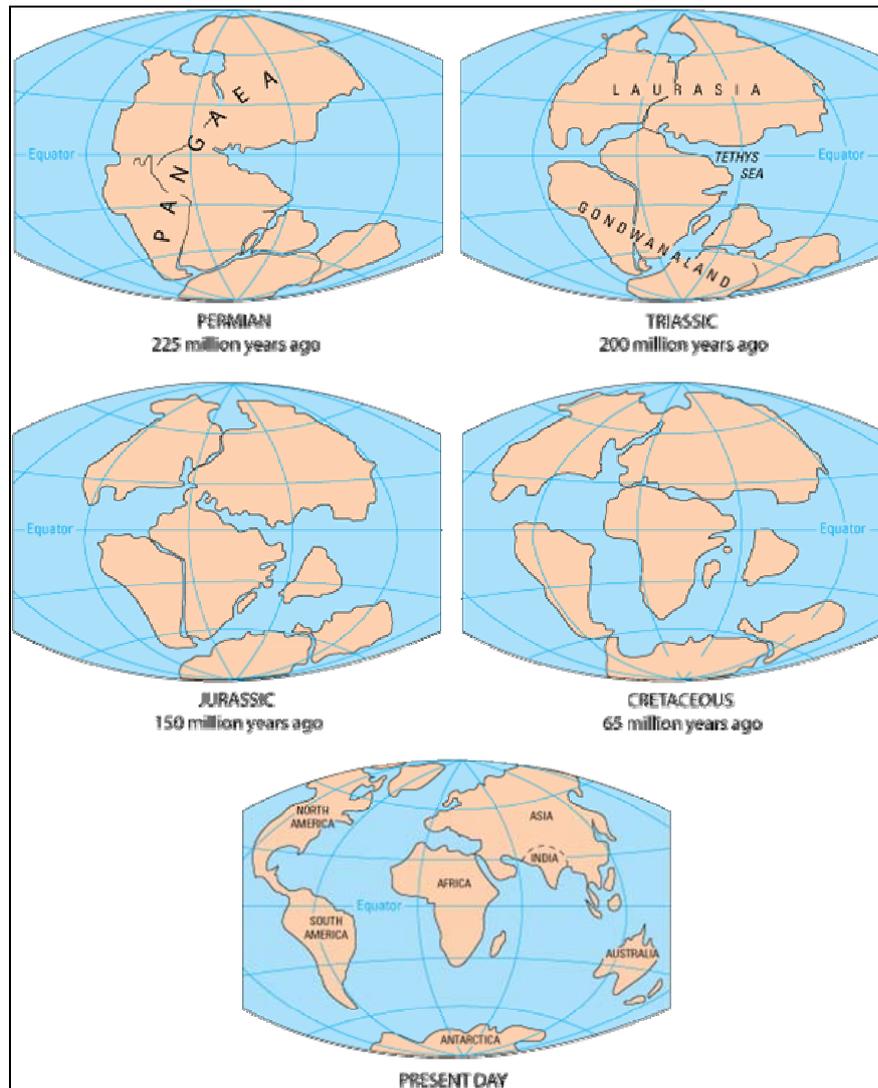


Figura 3. Quebra do supercontinente Pangea desde o Permiano, cerca de 225 milhões de anos atrás, até os dias atuais, de acordo com a teoria de deriva continental.

fonte: <http://pubs.usgs.gov/publications/text/historical.html>

Na falta de um mecanismo que explicasse como esse supercontinente teria se partido e as partes se distanciando, as ideias de Wegner não foram aceitas pelos geólogos nem pelos biólogos da época. Ao contrário, vieram fortalecer a corrente dispersionista. A teoria de deriva continental permaneceu esquecida por várias décadas até ser resgatada com a descoberta dos mecanismos que explicavam o movimento dos continentes.

Nos anos 50, avanços científicos reavivaram o debate sobre as teorias de Wegner e contribuíram para a formulação da teoria da tectônica de placas. Novas técnicas permitiram marcar e acompanhar o movimento de partículas magnéticas em algumas rochas e, conseqüentemente, dos continentes nos quais elas estavam presentes. Com isso, foi possível demonstrar o caminho que os continentes percorreram ao longo do tempo em direção aos pólos e constatar que eles já estiveram juntos em um padrão muito similar àquele proposto por Wegner. O estudo do assoalho oceânico, por sua vez, confirmou a pesquisa paleomagnética. Com esse último, foi revelado que havia um sistema de grandes cadeias vulcânicas montanhosas submarinas e outro de fossas ao longo das margens do oceano Pacífico. Coube ao geofísico americano Harry Hess, demonstrar como novos assoalhos oceânicos eram formados na região

das cadeias montanhosas, dessa forma afastando as placas existentes, e empurrando, do outro lado, na região das fossas, o velho assoalho que ia desaparecendo fazendo com que as margens das placas se aproximassem (Figura 4).

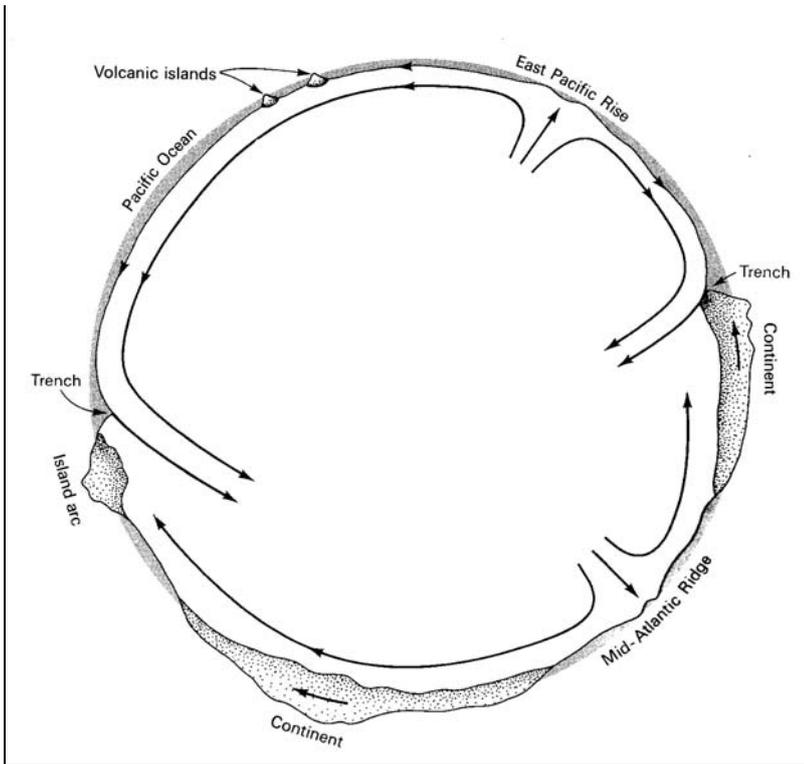


Figura 4. Corte da Terra ilustrando o modelo de expansão do assoalho oceânico, modificado de Uyeda, 1978, com autorização. Copyright 1978 W. H. Freeman and Co.

Em 1965 foi apresentado, pelo geofísico canadense John Tuzo Wilson, um modelo que explicava a movimentação dos continentes a partir do processo de formação do substrato

oceânico, denominado de Tectônica de Placas. Esse modelo estabelecia que não eram os continentes que se moviam, mas sim, as grandes placas que formam a crosta terrestre, sobre as quais estão os continentes e os oceanos. Em extensas falhas situadas entre algumas placas ocorre a extrusão de magma, que se solidifica em rochas magmáticas (basalto), formando novo assoalho oceânico e as cordilheiras e elevações meso-oceânicas. À medida que o assoalho oceânico é formado, as placas adjacentes se afastam, ocasionando a abertura das bacias oceânicas e o deslocamento dos continentes. Consequentemente, nas extremidades opostas estas placas colidem com outras placas, causando intensa atividade tectônica, como terremotos e orogénia (Figura 5).

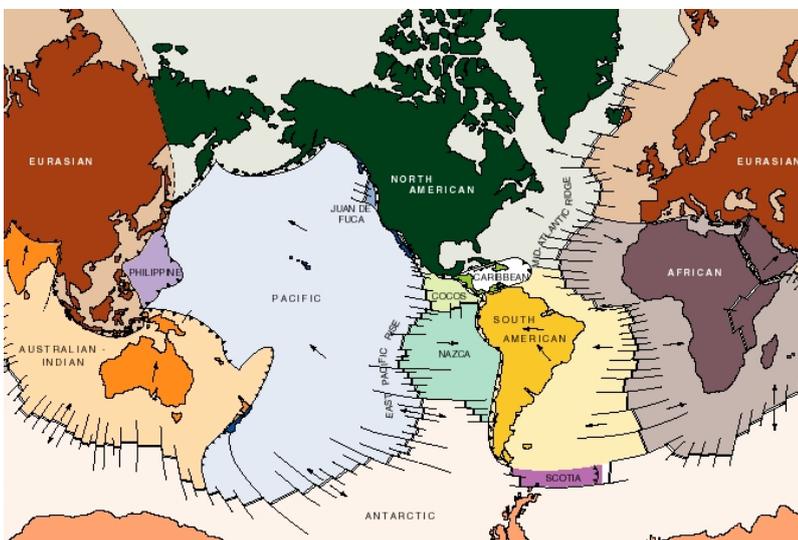


Figura 5. Principais placas tectônicas. As setas indicam o movimento relativo das placas.

Fonte:

http://img.photobucket.com/albums/v409/mikenz/tectonic_plates.jpg

:: SAIBA MAIS... ::



Acesse o link abaixo para saber mais sobre a a Tectônica de Placas e os terremotos recentes no Chile no Haiti.

http://veja.abril.com.br/100310/popup_furia.html

A aceitação da teoria da Tectônica de Placas trouxe uma revolução na interpretação da distribuição geográfica de muitos táxons de diferentes grupos biológicos. Passou-se a aceitar que biotas contínuas do início da era Mesozóica progressivamente se fragmentaram com a quebra de Pangea. Deste modo, táxons extintos de grupos diversos apresentam registros fósseis com uma distribuição em conformidade com a posição anterior dos continentes. Entre eles estão os vertebrados tetrápodos *Lystrosaurus* (Synapsida) e *Mesosaurus* (Reptilia), e as pteridófitas extintas do gênero *Glossopteris*, representados no mapa a seguir (Figura 6), para os quais os oceanos constituem barreiras intransponíveis. Para os biogeógrafos dispersionistas que não aceitavam a deriva continental, suas distribuições só poderiam ser explicadas por pontes de terra que teriam unido os continentes antes do nível do mar subir.

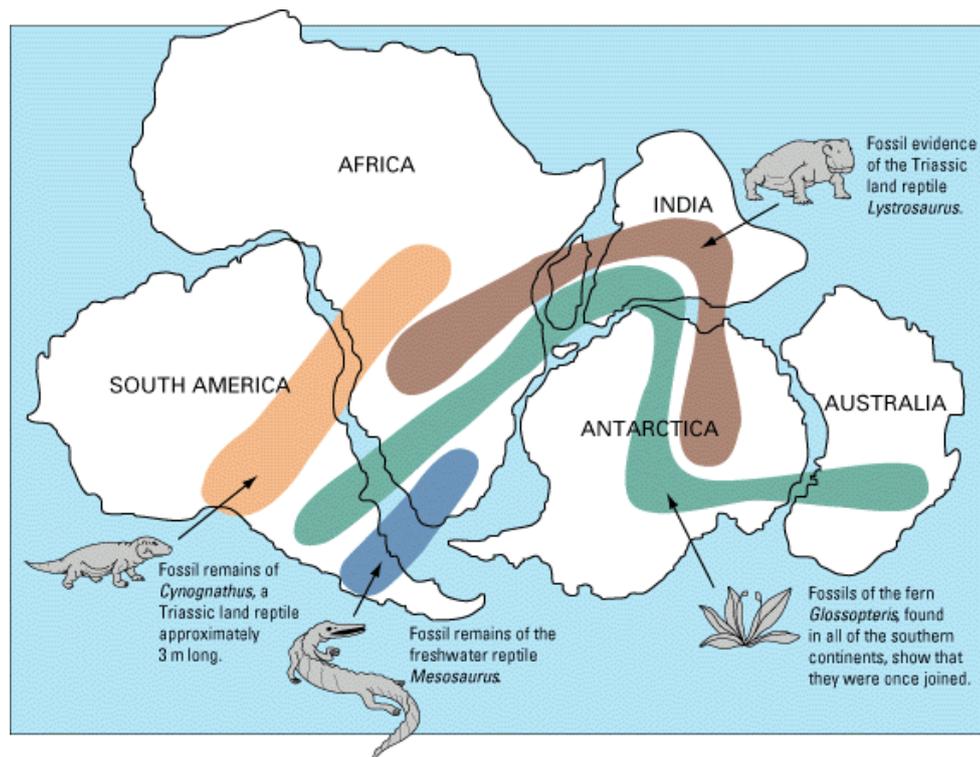
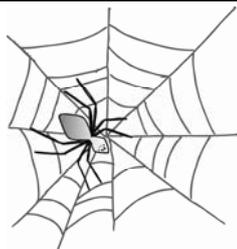


Figura 6. Distribuição de fósseis de organismos continentais em conformidade com a paleodistribuição dos continentes formando a Gondwana.

Fonte: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/continents.html>

Animais e plantas que surgiram quando Pangea estava formada puderam se dispersar pelo supercontinente. Com sua separação, no Jurássico e Cretáceo, os grupos que surgiram nesta época apresentam uma distribuição mais restrita, reflexo da posição relativa dos continentes naquela época.

:: TA NA WEB!!! ::

Veja animações da quebra de Pangea e da deriva dos continentes em <http://www.scotese.com/pangeanim.htm>

2.2. HISTÓRIA EVOLUTIVA DA BIOTA

O planeta Terra tem ao redor de 4,6 bilhões de anos. Os fósseis mais antigos conhecidos foram encontrados em rochas do oeste australiano e calcula-se que possuam cerca de 3,5 bilhões de anos. Esses fósseis são diversos tipos de pequenos microrganismos filamentosos que se assemelham às bactérias.

As teorias mais modernas assumem que a vida se originou na própria Terra, na forma de moléculas orgânicas formadas pela ação de relâmpagos, chuva e energia solar sobre os gases do ambiente. Essas moléculas se acumularam nos oceanos e, acredita-se, algumas delas se agruparam na forma de gotículas. Essas gotículas foram provavelmente as precursoras das primeiras células primitivas. À medida que evoluíram e se tornaram mais complexas, as células primitivas adquiriram a capacidade de crescer e se reproduzir.

Acredita-se que a fonte energética para essas células primitivas tenham sido moléculas orgânicas acumuladas por partículas de argila. Células que para satisfazer suas necessidades energéticas precisam consumir compostos orgânicos produzidos por outras fontes são conhecidas como heterótrofas, e organismos heterotróficos são aqueles que dependem de uma fonte externa de matéria orgânica. Animais, fungos, algumas bactérias e protistas são heterotróficos.

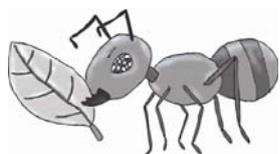
Com o aumento progressivo do número de organismos heterotróficos primitivos, moléculas orgânicas livres se tornaram escassas. Em função disto, ao longo do tempo, se desenvolveram células com capacidade de produzir suas próprias moléculas orgânicas a partir de materiais inorgânicos. Esses organismos são conhecidos como autotróficos. Os autotróficos mais bem sucedidos foram aqueles que desenvolveram mecanismos para usar diretamente a energia solar, os fotossintetizantes. Evidências dos primeiros organismos fotossintetizantes remontam a cerca de 3,4 bilhões de anos atrás.

Com o aumento do número de organismos, o planeta foi também paralelamente se modificando em decorrência da liberação de oxigênio pelos organismos autotróficos através da fotossíntese. Contudo, foi somente entre 570 e 510 milhões de anos atrás, no Cretáceo, que os níveis de oxigênio na atmosfera se aproximaram dos níveis atuais.

Antes de haver oxigênio abundante na atmosfera, as únicas células que existiam eram procarióticas, ou seja, células simples, sem envoltório nuclear e sem material genético organizado em cromossomas. Provavelmente os primeiros procariontes foram algumas arqueas (Archaea) e bactérias heterotróficas. O aumento no nível de oxigênio foi acompanhado pelo surgimento das primeiras células eucarióticas, ou seja, células com envoltório nuclear, cromossomas complexos e organelas especializadas (mitocôndrias e cloroplastos) também envolvidas por membranas. Calcula-se que os organismos eucariontes surgiram há mais ou menos 2 bilhões de anos atrás e

se estabeleceram e diversificaram há cerca de 1,2 bilhões de anos. Organismos pluricelulares evoluíram por volta de 650 milhões de anos atrás.

:: HORA DE TRABALHAR!!! ::



Releia os itens 2.1 e 2.2 e em seguida procure fazer uma tabela associando os diferentes períodos geológicos com o surgimento dos diferentes grupos de organismos.

3. PROCESSOS BIOGEOGRÁFICOS

Como vimos anteriormente, Buffon (1761) foi o primeiro a observar que diferentes regiões do mundo, se isoladas, ainda que compartilhando as mesmas condições físicas, eram habitadas por diferentes espécies de mamíferos. Com esta constatação estendida às plantas e outros grupos de animais, foi se consolidando a ideia de que a distribuição dos organismos sobre a superfície do globo terrestre não ocorre ao acaso. Ao contrário, há um conjunto de processos biológicos (evolução, especiação e extinção) e ecológicos que a determinam. Estes processos, interagindo uns com os outros e também com o clima e a geologia, produzem os padrões de distribuição da biota.

Os processos que atuam na formação de padrões biogeográficos podem ser abióticos ou bióticos. Processos abióticos de larga escala incluem os movimentos tectônicos das placas continentais, as mudanças no nível dos mares e mudanças no clima e correntes oceânicas. Esses processos normalmente operam em conjunto. Numa escala local, processos como erupções vulcânicas, fogo, furacões e modificações nas redes hidrográficas também influenciam os padrões de distribuição de organismos. Os processos bióticos podem ser tanto evolutivos (adaptação, especiação e extinção) quanto ecológicos (interações bióticas como predação, competição e dispersão).

Os três processos biogeográficos fundamentais são especiação, extinção e dispersão.

3.1. ESPECIAÇÃO

Especiação é o processo através do qual novas espécies são formadas a partir de uma única espécie ancestral. Este é um processo de amplíssima magnitude. Por exemplo, todas as plantas verdes atuais descendem de uma única alga verde surgida há cerca de 500 milhões de anos atrás; todas as espécies de insetos evoluíram a partir de um único ancestral que surgiu a 400 milhões de anos atrás.

É bom lembrar que muitas das linhagens que surgiram ao longo deste processo não existem mais e tornaram-se extintas. Todavia, é geralmente difícil determinar quando uma nova espécie surge ou mesmo quando o último indivíduo de uma determinada espécie morreu. Espécies são constituídas por grupos de populações, e mesmo que uma determinada população seja extinta em um local, a espécie pode sobreviver em outra população, em outra região.

Segundo o conceito biológico de espécie, uma espécie é um conjunto de populações naturais cujos indivíduos podem cruzar entre si, mas não podem cruzar com membros de outros grupos. Por definição, os membros de uma espécie compartilham um conjunto gênico comum que

é separado de conjuntos gênicos de outras espécies. Como, então, um conjunto gênico separa-se de outro e começa uma jornada independente?

O processo de especiação normalmente representa a ramificação ou divisão de uma espécie ancestral em duas ou mais espécies filhas (cladogênese), cada uma com sua própria trajetória evolutiva. Entretanto, novas espécies também podem surgir através de hibridação (especiação reticulada) ou mesmo da transformação progressiva de um ancestral em uma única nova espécie descendente (especiação filética ou anagênese).

A divergência de uma espécie ancestral em duas ou mais espécies filhas requer mudanças genéticas entre as populações. Há quatro processos pelos quais estas mudanças podem ocorrer: mutação, deriva genética, seleção natural e fluxo gênico.

Diferentes formas de um gene no mesmo lóculo, conhecidas como alelos, são responsáveis pelas diferenças entre os indivíduos. Novos alelos surgem por mutação e mudanças na frequência de alelos em uma população normalmente ocorrem através de deriva genética, seleção natural ou fluxo gênico.

Mutações são mudanças permanentes que ocorrem nos genes, originando novos alelos. Podem ser decorrentes da alteração de um ou alguns nucleotídeos na molécula de DNA, em segmentos de cromossomos, cromossomos inteiros ou mesmo em todo um conjunto de cromossomos. As mutações ocorrem espontaneamente e ao acaso. Embora a taxa de mutação seja baixa, elas são o ponto de partida para as mudanças evolutivas. A importância das mutações na diferenciação genética das populações é que elas podem ser incorporadas na arquitetura genética de uma população através de deriva genética ou seleção natural. O fluxo gênico, por sua vez, irá distribuir as novas mutações entre as populações.

O fluxo gênico é a introdução de novos alelos ou a mudança na frequência dos alelos já existentes na população através do movimento de emigração ou imigração de indivíduos em idade reprodutiva (no caso das plantas este movimento também se dá através do fluxo de grãos de pólen). A possibilidade de haver fluxo gênico entre distintas populações naturais diminui com a distância, mas o efeito global do fluxo gênico diminui a diferença entre populações.

A deriva genética envolve modificações ocorridas ao acaso na constituição genética de uma população e é considerada uma força relativamente fraca. Geralmente, ao longo de várias gerações a frequência de alelos em uma população tende a variar ao acaso a medida que diferentes indivíduos sobrevivem, cruzam e produzem descendentes. Em uma população pequena o fato de um indivíduo ou alguns indivíduos portadores de um alelo pouco frequente não se reproduzirem ou serem destruídos pode ter um efeito muito mais sério que em uma população maior e determinar o caminho evolutivo desta população. Há duas situações onde a deriva genética é particularmente importante, no efeito fundador e no efeito de afunilamento. O efeito fundador ocorre quando alguns indivíduos oriundos de uma população maior migram e colonizam uma outra área. Nesta nova população alguns alelos podem estar super-representados ou completamente ausentes. O efeito do afunilamento ocorre quando um número significativo de indivíduos de uma população é drasticamente reduzido por algum evento externo.

A seleção natural, por sua vez, é uma força evolutiva potente e implica em interações entre indivíduos, o meio físico e outros organismos. As diferentes formas alélicas sujeitas à seleção natural são o substrato para a evolução adaptativa. O alelo de um dado gene que confere maior vantagem adaptativa ao indivíduo sofre pressão seletiva positiva.

Mesmo que não haja diferenças em termos adaptativos, os novos alelos podem aumentar sua frequência através do processo de deriva genética. Novos alelos podem ser introduzidos em

uma população através de migração, mas são sempre originados em uma espécie através de mutação, que pode ser considerada a única fonte de variabilidade genética.

A especiação é geralmente o resultado da separação geográfica de uma subpopulação de sua população de origem. Este processo é conhecido como especiação alopátrica. O processo de especiação alopátrica se dá pelo surgimento de uma barreira geográfica que impede o fluxo gênico entre as populações, resultando na formação de barreiras reprodutivas. As barreiras geográficas podem ser de diversos tipos.

Entretanto, algumas vezes o processo de especiação pode se dar sem o isolamento geográfico, e neste caso recebe o nome de especiação simpátrica. A especiação simpátrica ocorre entre populações de origem ancestral comum com distribuição espacial sobreposta em grande parte. Um dos mecanismos pelos quais ocorre a especiação simpátrica é através de poliploidia.

Poliplóides são células ou indivíduos que possuem mais de dois conjuntos de cromossomos. A poliploidia leva à formação de novas espécies como resultado da duplicação do número de cromossomos (autopoliploidia) ou através do cruzamento entre duas espécies diferentes produzindo um híbrido interespecífico (alopoliploidia). Este híbrido normalmente é estéril porque não pode se reproduzir sexuadamente. Entretanto, se este híbrido sofrer uma autopoliploidia, poderá produzir gametas diplóides e se reproduzir normalmente. A hibridação e a poliploidia são fenômenos importantes e bem estabelecidos em plantas.

Assim como as pessoas, espécies relacionadas possuem uma combinação particular de caracteres que foram herdados de seus ancestrais comuns (homologias), que podem ou não ser modificados através da seleção natural. Todavia, alguns caracteres surgem de forma independente (homoplasias), como uma nova adaptação a um problema que pode ter limitado a sobrevivência ou a reprodução em outras linhagens.

Mesmo que uma linhagem em particular possa florescer por um longo tempo e dar origem a um grupo diverso de espécies, eventualmente a taxa de extinção pode ser maior do que a taxa de especiação e a diversidade do grupo diminui. A grande diversidade de organismos atuais e extintos sobre a Terra foi produzida em ciclos sucessivos de especiação e extinção, tendo como pano de fundo as modificações do meio físico.

3.2. EXTINÇÃO

Embora todos os organismos vivos representem uma linhagem evolutiva contínua que se estende há bilhões de anos desde a origem da vida na Terra, todas as espécies estão fadadas à extinção. Isto pode ser constatado através de registros fósseis. Muitos grupos de plantas e animais que foram dominantes em um determinado período geológico foram eliminados ou substituídos por novas linhagens. Nos ambientes terrestres os dinossauros e outros répteis foram substituídos por pássaros e mamíferos, enquanto que as pteridófitas e gimnospermas foram suplantadas pelas Angiospermas.

A extinção ocorre de forma continuada ao longo do tempo e concomitante com a especiação. Todavia, alguns momentos da história da Terra sofreram seus efeitos de forma mais evidente, resultando em extinções em massa. A última dessas extinções ocorreu a entre 15 mil e 8 mil anos atrás, no Pleistoceno, causando o desaparecimento da megafauna na América do Norte e América do Sul.

Na história recente, particularmente nos últimos 500 anos, a extinção de espécies tem ocorrido também por causas antrópicas, e principalmente, em decorrência da destruição dos ambientes naturais pelo homem. Seu ritmo é muito mais acelerado do que aquele das extinções naturais.

3.3. DISPERSÃO E IMIGRAÇÃO

Quando se observa a distribuição geográfica de várias espécies, descobrimos que nenhuma delas ocupa exatamente a mesma área de outras. O limite na distribuição dos diferentes organismos é determinado tanto pelas condições físicas do meio, quanto pela capacidade de tolerância dos mesmos a essas variações, assim como pela sua capacidade de interação com outros organismos. Esses fatores em conjunto funcionam como verdadeiras barreiras.

Para que um organismo possa ampliar a sua área de distribuição é necessário que este seja capaz de cruzar as barreiras existentes. O movimento de indivíduos ou populações ao longo de territórios inóspitos, envolvendo o cruzamento de barreiras geográficas, corresponde ao conceito de dispersão biogeográfica.

São raros os momentos de exceção que permitem que as espécies ampliem suas áreas de distribuição por movimentação em grande escala. Para que a dispersão seja um sucesso há três condições que precisam ser atendidas pelos organismos: chegar a uma nova área, suportar condições desfavoráveis no caminho, e estabelecer uma população viável na chegada.

São três, também, as prováveis rotas de dispersão que as espécies utilizam para migrar de um local para outro: (a) Corredores - apresentam ambiente similar às duas origens, permitindo duas vias; (b) Filtro – condições não tão favoráveis possibilitam a passagem de um número restrito de espécies, bloqueando outras; (c) Rota Sweepstake – é uma possibilidade rara, ao acaso, onde só alguns indivíduos conseguem passar.

:: PERGUNTAS?? ::



Que tal fazer uma revisão?
Acesse o link (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3245>)
e veja como as idéias de Darwin e Lamarck estão relacionadas com o
processo de especiação. Tente responder as questões apresentadas *on line!*

4. PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES E COMUNIDADES

A distribuição dos organismos na Terra não é aleatória nem uniforme, com mais espécies vivendo em uma região do que em outra. A determinação dos padrões de distribuição das espécies é o ponto de partida para qualquer análise biogeográfica.

Numerosas hipóteses foram formuladas para explicar as principais variações geográficas na diversidade de espécies. Estas hipóteses não são necessariamente excludentes e ora foram aceitas, ora foram rejeitadas.

4.1. GRADIENTES DE DIVERSIDADE

Desde o século XIX, quando chegaram aos trópicos, os naturalistas europeus ficaram intrigados com a enorme variação latitudinal na riqueza de espécies animais e vegetais. Este gradiente, partindo da imensa riqueza de espécies na região tropical para a extrema pobreza nos pólos, tem sido um dos mais estudados, permanecendo, porém, um dos menos compreendidos.

Os gradientes de diversidade são fortemente correlacionados com as variações nas características físicas da Terra, tais como: latitude, altitude, aridez, salinidade e profundidade da água. Estes gradientes se aplicam a quase todos os organismos: plantas, animais e microorganismos. Os principais gradientes de diversidade são:

(a) Gradiente de latitude: as regiões tropicais contêm muito mais espécies que uma área equivalente em latitudes mais altas, particularmente nos pólos. Esta variação está fortemente correlacionada com gradientes físicos como radiação solar, temperatura, e outros fatores;

(b) Gradiente de altitude: em muitos aspectos semelhante ao gradiente de latitude, mostra que a diversidade diminui com o aumento na altitude. Embora menos documentado que o gradiente de latitude, é provavelmente tão geral quanto este. Táxons que possuem maior diversidade em regiões temperadas também apresentam maior diversidade nas altitudes mais altas de montanhas tropicais ou temperadas;

(c) Outros gradientes (salinidade e profundidade): em ambientes marinhos a diversidade diminui sempre que se altera a concentração normal da água do mar (35%). A diversidade de espécies de água doce também diminui quando a concentração de sais ultrapassa 2%. Como consequência, estuários são regiões de baixa diversidade, embora possam ser altamente produtivos. Em ambientes aquáticos, tanto de água doce quanto salgada, a diversidade geralmente diminui com o aumento da profundidade.

:: FIQUE LIGADO!! ::



Considerando que a biodiversidade não está igualmente distribuída no planeta, o ecólogo inglês Norman Myers procurou identificar quais as regiões que concentravam os mais altos níveis de biodiversidade e onde as ações de conservação seriam mais urgentes. Ele chamou essas regiões de *Hotspots*.

Hotspot é, portanto, uma área de alta biodiversidade e fortemente ameaçada. Para ser considerada um *Hotspot*, uma área tem que ter pelo menos 1.500 espécies endêmicas de plantas e ter perdido mais de 3/4 de sua vegetação original.

4.2. PADRÕES TEMPORAIS

A diversidade de espécies varia tanto no tempo quanto no espaço. Os dados de aumento da diversidade após um distúrbio, seja qual for a sua natureza, sugerem que o número de espécies inicialmente aumenta rapidamente, depois se estabiliza e em alguns casos decresce. Como a natureza está constantemente em desequilíbrio, a diversidade de uma região reflete o

balanço entre a magnitude dos distúrbios mais recentes, o tempo desde que eles ocorreram, a dinâmica de colonização, a especiação e a extinção.

4.3. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE ESPÉCIES

Os principais tipos de distribuição de espécies e populações são:

Endêmicos: organismos restritos a uma área particular por razões históricas, ecológicas ou fisiológicas. O endemismo pode ser recente (não houve tempo para dispersão) ou antigo (paleoendêmico). A área de endemismo pode ser ampla (continental) ou reduzida (alguns metros quadrados). O grau de endemismo aumenta com o tempo de isolamento de uma área, quanto maior o tempo, maior o grau de endemismo;

Cosmopolitas: organismos de ampla distribuição em todos os continentes (ou quase todos, geralmente excetuando a Antártida);

Disjuntas – populações que ocorrem de forma descontínua, separadas por áreas onde o táxon não ocorre;

Contínuas – população que ocorre sem interrupção em sua área de distribuição.

4.4. REGIÕES BIOGEOGRÁFICAS

Tradicionalmente os biogeógrafos têm estabelecido limites precisos entre diferentes biotas regionais que coincidem com barreiras geográficas ou climáticas que impedem a dispersão de muitos tipos de organismos.

Embora de Candolle tenha sido o primeiro naturalista a estabelecer, em 1820, diferentes regiões biogeográficas baseadas na distribuição das plantas, o botânico alemão Adolf Engler foi o primeiro a produzir um mapa completo, em 1879, mostrando a distribuição mundial da flora em grandes regiões florísticas distintas.

As regiões florísticas atuais, conhecidas também como reinos florísticos, são muito semelhantes àquelas definidas por Engler, porém com algumas pequenas diferenças. São seis as regiões florísticas aceitas atualmente: Holoártica, Neotropical, Paleotropical, Australiana, Cabo e Antártica. A região Holoártica engloba uma grande variedade de biomas, incluindo a tundra, florestas boreais, florestas e campos temperados, chaparral e desertos. A região Neotropical, dominada por florestas tropicais, também apresenta savanas e desertos. A região Paleotropical por sua vez, engloba também florestas tropicais, mas é dominada pela savana e pelos desertos. A região Australiana, com uma parte central seca, apresenta também florestas e savanas tropicais. Na região Antártica são esparsamente encontradas florestas temperadas e tundra, mas predominam as calotas polares (Figura 7).

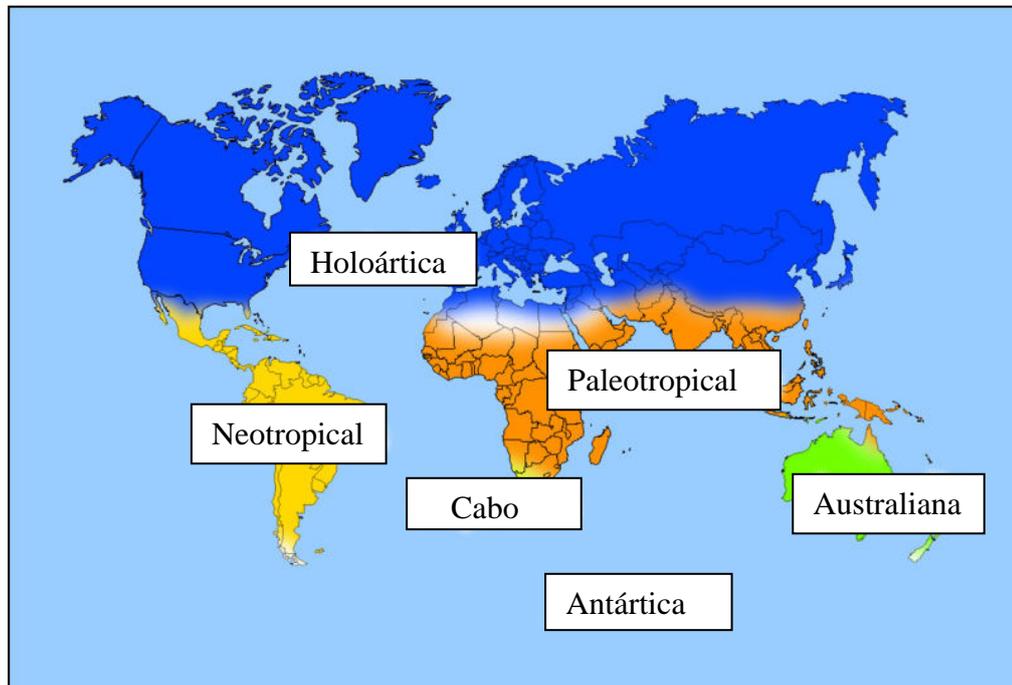


Figura 7. Regiões florísticas conforme definidas por Takhtajan e Good
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Florenreiche.jpg>

Estudos recentes demonstraram que a região do Cabo é apenas uma de cinco regiões do mundo que apresentam clima do tipo mediterrâneo. As outras áreas são a Califórnia, região central do Chile, sudoeste da Austrália e a bacia Mediterrânea propriamente dita. Estas áreas juntas apresentam cerca de 20 % da flora mundial, com uma alta taxa de endemismos, embora correspondam somente a cerca de 5% da superfície terrestre. De acordo com Cox (2001), não se justifica, portanto, a distinção de uma região florística englobando apenas o Cabo sul-africano.

Também no século XIX, baseadas na distribuição de aves (Sclater) e mamíferos (Wallace), foram propostas seis diferentes regiões zoogeográficas mundiais, que correspondem basicamente aos continentes; Neártica, Neotropical, Paleártica, Africana, Oriental e Australiana (Figura 8).

Wallace, que trabalhou principalmente nas Índias Orientais, atual Indonésia, na região localizada entre a Ásia e a Austrália, dedicou grande parte de suas pesquisas a descobrir o local de separação entre a fauna oriental e a fauna australiana. Este limite, que ficou conhecido como Linha de Wallace, demarca a fronteira entre as regiões zoogeográficas Oriental e Australiana.

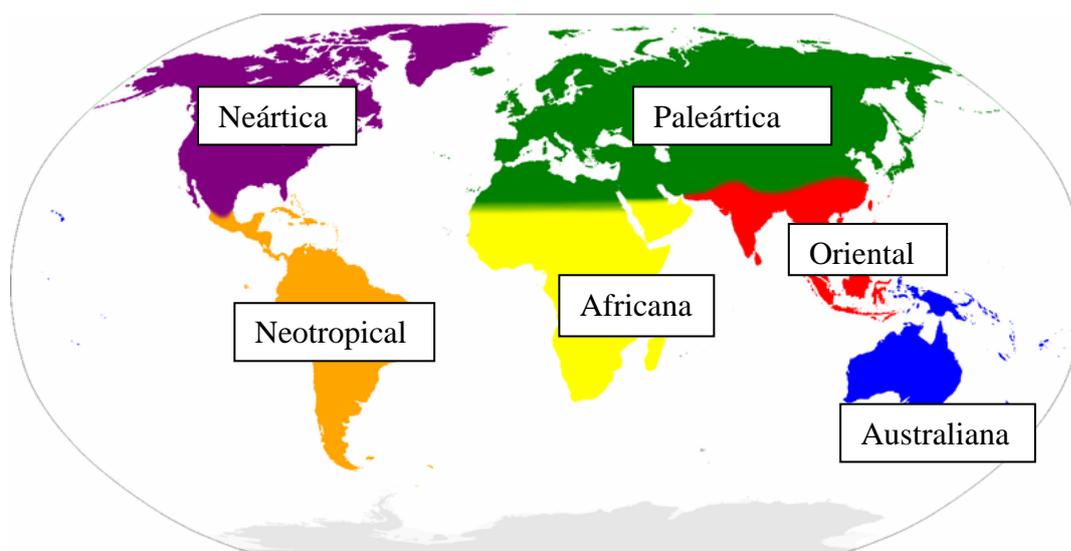


Figura 8. As regiões zoogeográficas propostas por Wallace
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:RegionesBiogeograficas.png>

Vale destacar três diferenças fundamentais entre as propostas fitogeográfica e zoogeográfica. A primeira, é que a distribuição de plantas não demonstra a separação evidente para a fauna na região da Linha de Wallace. Em segundo lugar, para fauna, não se observa nenhuma ligação entre as regiões mais ao sul do hemisfério sul, como a proposta pelos botânicos como a região Antártica. E por último, os zoólogos não reconhecem nenhuma particularidade em relação à região do Cabo Africano que justifique a sua separação do restante da região Africana (Cox, 2001).

As regiões biogeográficas são geralmente subdivididas em unidades menores denominadas províncias biogeográficas, estabelecidas geralmente com base em taxas de endemismos de determinados grupos de flora e fauna, e cujos limites usualmente coincidem com barreiras geográficas.

4.5. BIOMAS

Bioma, termo criado pelo ecólogo norte-americano Frederic Clements, significa na acepção original, uma unidade caracterizada por uma comunidade biótica (biota) relativamente uniforme, geralmente definida com base na sua formação vegetal dominante. Neste sentido, um bioma ocupa grandes áreas geográficas em diversos continentes (ex. Floresta Tropical). As plantas e os animais que ocorrem nos biomas têm formas de vida semelhantes, por isso é possível reconhecer os biomas onde quer que ocorram, mesmo que as espécies que ocorrem em uma determinada região sejam diferentes daquelas que ocorrem em outra região. Essas características similares são resultado de evolução paralela.

Mais recentemente, o uso do termo foi ampliado para o ambiente marinho, e alguns ecólogos passaram a considerar que o clima, e não a vegetação, seria determinante para a caracterização dos biomas e, portanto, passou-se a incluir fatores abióticos na sua definição. Outros autores conceituaram biomas em escala subcontinental (ex. Floresta Amazônica), como representantes dos biomas-tipo mais abrangentes. Não há, portanto, consenso sobre a aplicação do termo.

Os biomas podem ser subdivididos em ecorregiões, que por sua vez são formadas por diversos ecossistemas. No entanto, muitas vezes a aplicação prática destes conceitos se confunde.

4.5.1 BIOMAS TERRESTRES

São regiões climaticamente similares em áreas disjuntas do mundo que apresentam vegetação estrutural e funcionalmente similar. A classificação dos diferentes biomas terrestres, baseada na estrutura e fisionomia da vegetação, parte do princípio que a forma de vida das plantas e a arquitetura das comunidades vegetais resultantes refletem a influência do clima e do solo que ocorrem em uma região. Assim, biomas semelhantes são encontrados por todo o mundo em regiões que apresentam climas similares. Os diferentes biomas, por sua vez, apresentam cada um uma fauna associada própria. Os principais biomas terrestres são apresentados a seguir (Figura 9).

a) Floresta Tropical

Ocorre entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, uma região com temperatura, umidade e intensidade luminosa altas. A floresta tropical normalmente está subdividida em **Florestas Pluviais**, que ocorrem nas regiões com pluviosidade acima de 1.800 mm anuais bem distribuídos ao longo de todo o ano, e **Florestas Estacionais**, que normalmente ocorrem na faixa de 1500 a 1800 mm anuais, com pelo menos três meses ao ano considerados secos, i.e., com menos de 100 mm de chuva.

As florestas tropicais pluviais constituem o bioma terrestre mais rico e produtivo, cobrindo cerca de 6% do planeta, mas contendo cerca de 50% das espécies. Nessas a flora é altamente diversa, e um hectare pode conter mais de 100 espécies arbóreas diferentes. As árvores estão próximas e formam um dossel de 25-35 m de altura, sendo que algumas ultrapassam este dossel (emergentes) e podem atingir mais de 40m. Grande parte da radiação luminosa é absorvida pelo dossel e pouca luminosidade penetra até o solo. Palmeiras, pequenas árvores, arbustos e plantas herbáceas tolerantes à sombra, como as samambaias, ocorrem no sub-bosque. Lianas e epífitas (orquídeas, bromélias), especialmente adaptadas para utilizar as árvores como suporte ou viver sobre elas, são frequentes. Há também uma grande abundância de animais que vivem sobre as árvores (arborícolas), como os macacos.

A floresta pluvial é o habitat de muitas espécies de anfíbios. Nela encontramos a maior diversidade mundial de insetos e outros invertebrados, além de uma grande diversidade de vertebrados terrestres e voadores.

Na floresta tropical estacional parte das árvores e arbustos perde as folhas durante a estação seca. O dossel é mais baixo e mais aberto, com mais luz chegando até o solo, ocasionando um sub-bosque mais denso. Embora a diversidade seja relativamente menor que nas florestas pluviais, as florestas estacionais têm os mesmos atributos que as pluviais em estrutura e complexidade biótica. No período chuvoso a aparência das duas é semelhante.

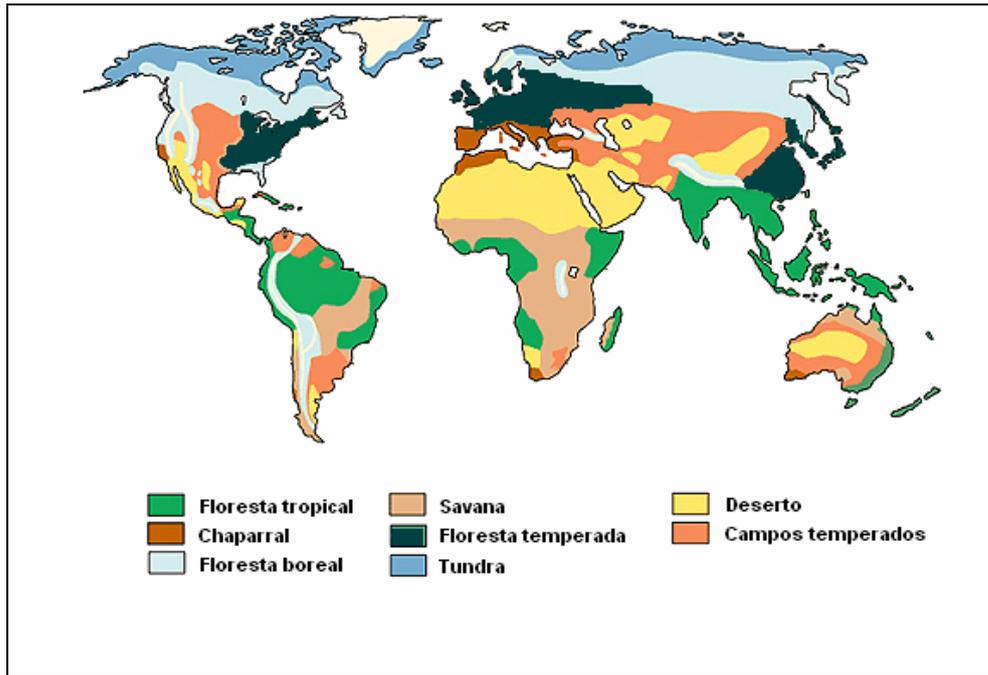


Figura 9. Os grandes biomas terrestres

Fonte: Rosa e Barbosa, 2008

b) Savana

Ocorre também na região tropical, nos locais onde o clima é fortemente sazonal, com uma estação chuvosa alternando-se com uma estação seca, e totais pluviométricos entre 900 e 1500 mm/ano. A disponibilidade hídrica não suporta a vegetação florestal, e leva ao desenvolvimento de um mosaico de biomas abertos, com um estrato contínuo de gramíneas e ciperáceas; árvores e arbustos são esparsos. A vegetação varia de campos gramíneos até bosques mais densos, em função da disponibilidade hídrica e fertilidade do solo. Corredores de florestas mais úmidas cortam as savanas ao longo dos rios, constituindo as matas ciliares ou florestas de galeria.

Nas savanas as plantas apresentam diversas características de resistência à seca. Muitas das árvores são resistentes ao fogo, fenômeno comum nas savanas tropicais, apresentando cascas espessas e/ou espinhos para minimizar a predação.

As savanas mais extensas estão na África e suportam grandes herbívoros, incluindo elefantes, girafa, antílopes, zebra, búfalos e rinocerontes. Os predadores incluem leões, hienas e leopardos. No Brasil, o cerrado que cobre vastas áreas do planalto central é um tipo de savana.

c) Deserto

Ocorre principalmente entre 30-40° de latitude, entre os trópicos e regiões temperadas, com pluviosidade menor que 250 mm/ano. O potencial de evaporação é muito elevado, levando a adaptações nas plantas (caule suculento e sistema radicular) e nos animais (inatividade diurna ou sazonal, estoque de água, migração). As plantas e animais dessas regiões devem ser capazes de suportar períodos de extrema secura e de aproveitar os bons anos quando eles ocorrem.

Muitas espécies vegetais são oportunistas, sendo a germinação estimulada pelas chuvas. Estas crescem rapidamente e completam seus ciclos de vida em poucas semanas. Plantas

perenes apresentam caules suculentos, como os cactos, que controlam a perda de água através do fechamento dos seus estômatos.

A diversidade animal é baixa e muitos animais são nômades. Dentre os animais que vivem no deserto há vários artrópodes, lagartos, algumas aves e roedores. Dentre os mamíferos um dos mais conhecidos é o camelo.

Grandes desertos estão localizados no norte da África, no Oriente Médio, oeste da América do Norte e da América do Sul, e na Austrália.

Apesar de todos os desertos serem secos, existem desertos quentes, nos quais a temperatura é muito alta durante o dia, acima de 36°C, e desertos frios, nos quais apenas poucas semanas por ano apresentam altas temperaturas, e o inverno é extremamente frio.

d) Chaparral

Ocorre em regiões com inverno moderado e chuvoso, e longa estação seca no verão quente (clima mediterrâneo). A vegetação é densa e apresenta uma variedade de formações arbustivas xéricas, com plantas adaptadas à seca. Onde ocorre mais de 1000mm chuva/ano podem surgir florestas abertas, e nos locais com menos de 600 mm/ano, formações arbustivas. A seca prolongada faz com que esta vegetação seja muito susceptível ao fogo, que é frequente.

O chaparral ocorre em cinco regiões do mundo: Califórnia e México, região central do Chile, sudoeste da Austrália, Cabo sul Africano e na bacia Mediterrânea propriamente dita. Em virtude de seu isolamento em pequenas áreas dispersas pelo mundo, essas áreas têm um número grande de espécies endêmicas.

e) Floresta Temperada

Ocorre em regiões com clima temperado, cerca de 35° de latitude, com verões quentes e longos invernos rigorosos. Este clima caracteriza-se pela ocorrência de quatro estações bem definidas, com os dias de inverno curtos e com baixas temperaturas, inclusive abaixo de zero. Recebem de 750 a 1.500 mm de chuva por ano, distribuídos uniformemente.

As florestas temperadas são raras no Hemisfério Sul, devido a baixa proporção neste hemisfério de terras em latitudes temperadas. No Hemisfério Norte, porém, elas são mais abundantes e extremamente variáveis na estrutura e composição. Florestas decíduas, nas quais as árvores perdem suas folhas durante o outono e permanecem dormentes durante o inverno, rebrotando na primavera juntamente com as espécies herbáceas, ocorrem mais próximas das regiões tropicais. Uma característica dessas florestas é a similaridade florística que apresenta nas três regiões principais onde ocorre no hemisfério norte. Mais ao norte as florestas decíduas são substituídas por florestas mistas, nas quais as coníferas constituem um elemento fundamental juntamente com as árvores decíduas. As florestas temperadas mistas ocorrem em áreas com invernos mais frios e neve mais frequente.

Diversos animais fazem parte deste bioma como ursos, raposas e veados. No entanto, grande parte migra no outono-inverno e os que permanecem possuem adaptações que lhes permitem sobreviver em baixas temperaturas, como a hibernação.

f) Campos temperados

Ocorrem em regiões onde a pluviosidade é intermediária entre os desertos e as florestas temperadas, e o clima sazonal, com significativa estação seca. São conhecidos como pradarias (USA), estepes (Eurásia) e pampas (América do Sul).

Os solos em geral apresentam uma grossa camada de húmus. A vegetação é basicamente herbácea, sendo dominantes as gramíneas e ciperáceas. Embora dominado por poucas espécies de gramíneas, os campos temperados apresentam uma diversidade relativamente alta tanto de plantas quanto de animais. Durante o Pleistoceno os campos foram habitados por manadas de mamíferos herbívoros que foram intensamente caçados pelos nossos ancestrais. Hoje, esses deram lugar a rebanhos de animais domésticos e a campos cultivados.

Nos campos brasileiros, conhecidos como Pampas, a precipitação anual está entre 1200 – 1600 mm, e a temperatura média entre 13 – 17° C. A contradição entre essas condições climáticas que permitiriam o desenvolvimento de uma vegetação florestal e a presença de campos no sul do Brasil chamou a atenção de pesquisadores desde o século passado. Estudos palinológicos (com grãos de pólen presentes em camadas de sedimentos antigos) permitiram entender o que de fato ocorreu. Entre 42 mil e 10 mil anos atrás o clima na região era frio e seco, e a vegetação campestre dominante. Há cerca de 10 mil anos atrás a temperatura aumentou, mas o clima permaneceu seco, impedindo o avanço da floresta de Araucária. A partir do início do Holoceno, o fogo se tornou comum na região (como evidenciam os registros de carvão), provavelmente devido à chegada de povos indígenas. Nesta mesma época desapareceram os grandes herbívoros. No século XVII os Jesuítas introduziram cavalos e gado, e a pecuária se tornou uma atividade economicamente importante na região. Dessa forma, assim como em outros continentes, o fogo e a herbivoria são provavelmente os principais fatores que impedem o avanço da floresta e mantém a vegetação campestre na região.

g) Floresta Boreal (Taiga)

Ocorre na América do Norte, Europa e Ásia, nas regiões com clima frio e úmido. Os dias são muito curtos e frios no inverno, e o verão, com dias longos, é muito curto. Faz limite norte com a tundra, e ao sul com a floresta temperada, savanas ou campos, dependendo da precipitação. É também encontrada em altas montanhas de latitudes mais baixas. É uma floresta com baixa produtividade e pouca diversidade, dominada por poucas espécies de coníferas dos gêneros *Picea*, *Abies* e *Larix*. Os solos são normalmente ácidos e pobres, cobertos de neve durante o inverno. A fauna é composta por herbívoros, roedores, carnívoros (lobos, ursos) e pássaros.

h) Tundra

É encontrada entre as florestas boreais e a calota polar, em volta do Círculo Ártico. Nesta região as condições ambientais são estressantes e não há árvores. A temperatura permanece abaixo do ponto de congelamento durante sete meses do ano. A precipitação é menor que nos desertos, mas os solos são saturados de água e permanentemente congelados. A produtividade primária e a diversidade são menores do que em qualquer outro bioma.

A vegetação possui um único estrato, com poucos centímetros de altura. As plantas dominantes são arbustos anões, ciperáceas, gramíneas, musgos e líquens. A fauna é composta

na sua maioria por animais migratórios que chegam durante o verão, mas alguns animais são residentes como o caribu, as raposas, as aves predadoras, o urso polar e pequenos mamíferos.

:: ARREGAÇANDO AS MANGAS!! ::



De acordo com a classificação oficial brasileira (IBGE 2004), o Brasil possui 6 biomas continentais – Amazônia, Floresta Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa – e as Áreas Costeiras. Conheça o mapa dos biomas brasileiros (figura 10), pesquise sobre suas características

(<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/home.htm> , <http://www.mma.gov.br>, <http://www.brasil.gov.br/sobre/geografia/biomas-e-vegetacao/biomas-brasileiros>) e procure correlacioná-los com os grandes biomas mundiais.



Figura 10. Biomas continentais brasileiros. Fonte:

http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169

4.5.2. BIOMAS AQUÁTICOS

Há dois tipos de biomas aquáticos: marinhos e de água doce. Salinidade, profundidade, movimento da água e características físicas do substrato, são os principais fatores considerados na sua caracterização.

Os ecossistemas marinhos estão divididos principalmente em: recifes de corais, estuários e oceanos. Os oceanos representam o maior e mais diverso ecossistema, correspondendo a cerca de 70% da superfície da Terra. Este se conecta com a terra via as chamadas zonas entre-marés. Recifes de corais ocorrem nas águas quentes e rasas próximas à costa.

Os oceanos dividem-se em duas grandes zonas verticais, de acordo com penetração de luz: zona fótica e zona afótica. Fotossíntese só ocorre na zona fótica, que é aquela que mantém a diversidade marinha. As comunidades marinhas também são classificadas de acordo com a sua profundidade. A parte mais profunda do oceano é a chamada zona abissal, muito fria e com muita pressão. Apesar disso, recentemente descobriu-se que muitas espécies de invertebrados e peixes habitam esta zona.

Na água doce, os diferentes ecossistemas são: lagos, rios, poças e brejos. Lagos e poças são como os oceanos, separados em zonas. A zona do litoral, mais próxima das margens, é mais rasa e mais quente, com várias espécies de invertebrados, crustáceos, plantas e anfíbios. A zona limnética, mais próxima da superfície, é o local predominante do fitoplâncton e zooplâncton, e tem papel fundamental na cadeia alimentar. A parte mais profunda é chamada de zona profunda; é mais escura e apresenta plâncton morto e animais detritívoros. Entre elas se localiza a zona pelágica.

Ecossistemas de água doce são mais susceptíveis as variações sazonais. Rios estão sempre em movimento e dessa forma são bastante diferentes de lagos e poças.

5. ESCOLAS BIOGEOGRÁFICAS

A Biogeografia está tradicionalmente dividida em Biogeografia Histórica e Biogeografia Ecológica. A Biogeografia Histórica procura reconstruir as sequências de origem, dispersão e extinção dos táxons e explicar como eventos físicos, tais a como deriva continental e glaciações do Pleistoceno, moldaram os padrões de distribuição da biota atual. Uma das possíveis interpretações aceita que a biota atual é resultado do potencial de dispersão de diferentes linhagens, ou seja, segue a lógica que a partir de seu centro de origem, uma espécie cruza barreiras pré-existentes (Biogeografia Dispersionista). Outra corrente, porém, presume que uma área foi dividida pelo surgimento de barreiras, separando partes de uma biota anteriormente contínua e alterando a relação de proximidade de populações de organismos independentemente de seu próprio movimento (Biogeografia Vicariante).

Numa outra escala espacial e temporal, a Biogeografia Ecológica, trabalhando com as espécies atuais, tenta explicar os padrões de distribuição em função das relações entre os organismos e seu ambiente físico e biótico. A Biogeografia Ecológica busca identificar tanto os processos que limitam a distribuição da população de uma espécie quanto aqueles que mantêm a diversidade de espécies. Em nível global, procura explicar fenômenos como o gradiente latitudinal de riqueza de espécies e outros padrões de diversidade.

5.1. BIOGEOGRAFIA DISPERSIONISTA

A Biogeografia Dispersionista explica a distribuição disjunta de grupos relacionados através do mecanismo de dispersão, que possibilitam que as espécies ultrapassem barreiras geográficas. Algumas regiões do mundo com elevada riqueza de espécies eram consideradas como importantes centros de origem de novas espécies, de onde estas se dispersariam para outras regiões. O centro de origem é, portanto, um conceito dominante nesta escola, que teve entre seus seguidores Darwin e Wallace no séc. XIX, e Darlington e George Simpson no séc XX. De acordo com os dispersionistas, no centro de origem estavam as espécies mais derivadas, isto é, as espécies mais recentes deslocavam as mais primitivas para a periferia. A escola

dispersionista utilizava métodos narrativos e formulava modelos (cenários) que dificilmente poderiam ser testados.

Diversas críticas foram formuladas à ideia de centro de origem e de dispersão sendo que a principal afirma que a biogeografia de grupos individuais não oferece informações para o estabelecimento de padrões mais gerais, sendo necessário para a análise biogeográfica o estabelecimento de congruência de vários grupos.

O conceito de dispersão porém é ainda empregado na Biogeografia Ecológica e em várias correntes de Biogeografia Histórica.

5.2. BIOGEOGRAFIA FILOGENÉTICA

A Biogeografia Filogenética surgiu a partir dos trabalhos de Hennig (1950), que apontou que hipóteses filogenéticas sobre um dado grupo de organismos podem servir como base para inferir sua história biogeográfica. Foi definida como o estudo de grupos monofiléticos (um ancestral e toda a sua descendência), levando em consideração a cladogênese, anagênese, alopatria (evidência de vicariância), simpatria (evidência de dispersão) e eventos paleogeográficos. Está baseada em dois princípios: 1. espécies relacionadas possuem a tendência de substituir umas às outras; 2. se diferentes grupos monofiléticos possuem o mesmo padrão, eles provavelmente compartilham a mesma história biogeográfica.

5.3. PANBIOGEOGRAFIA

A Panbiogeografia surgiu com os estudos de Leon Croizat (1958, 1964). Croizat comparou cuidadosamente áreas de distribuição disjunta de táxons e conectou-as com linhas que ele chamou de traçados. A união de um par de áreas de distribuição disjunta é um traçado individual, mas quando um grande número de traçados individuais coincide em sua trajetória este é um traçado generalizado. Croizat (1964) explicou que a congruência ou regularidade de muitas distribuições que formam um traçado generalizado não poderiam ser explicadas por dispersão. Ele acreditava que os organismos sempre ocuparam as áreas nas quais são encontrados atualmente, e que as colonizaram através de uma expansão gradual de sua área de distribuição. Ele acreditava também que o surgimento de barreiras geográficas, como montanhas e/ou oceanos, eram os responsáveis pelo isolamento atual de algumas populações. Suas ideias mais tarde deram origem ao conceito de viacariância, processo de especiação decorrente do isolamento geográfico. Para ele a existência de traçados generalizados implica na existência de processos que operam sobre conjuntos de as espécies de distribuição geograficamente semelhante, que possuem um causa em comum, a vicariância.

5.4. BIOGEOGRAFIA VICARIANTE OU CLADÍSTICA

A Biogeografia Vicariante ou Cladística entende que a concordância entre os padrões filogenéticos e biogeográficos de dois ou mais grupos monofiléticos é uma evidência que eles compartilham uma história comum. Portanto, a Biogeografia Cladística assume que existe uma correspondência entre o relacionamento das espécies e o relacionamento das áreas onde elas ocorrem. O método combina a cladística Hennigniana com a Panbiogeografia de Croizat, utilizando cladogramas de grupos taxonômicos individuais ocupando as mesmas áreas endêmicas e, a partir desses, produzindo cladogramas gerais de área. Esse procedimento é feito substituindo-se os táxons pelas áreas onde eles ocorrem.

UNIDADE 2 SISTEMÁTICA

O homem primitivo dependia diretamente dos recursos naturais como alimento, vestuário ou mesmo abrigo, para sua sobrevivência. Transmitir os conhecimentos acumulados a respeito desses recursos, tais como a informação sobre um animal perigoso ou planta tóxica, era extremamente útil. Assim, desde muito cedo o homem percebeu que os seres vivos possuíam certas características peculiares mediante as quais podiam ser identificados e agrupados, de modo a facilitar o seu reconhecimento. O desenvolvimento das técnicas de identificação e agrupamento dos diferentes organismos vivos deu origem ao ramo da Biologia conhecido como Sistemática.

Numa visão moderna, Sistemática é o ramo Biologia que estuda a diversidade biológica e sua diversificação. Ela abrange desde a descoberta, descrição e interpretação da biodiversidade até a síntese dessa informação na forma de sistemas de classificação. Esses sistemas procuram expressar, da melhor maneira possível, os diversos níveis de semelhança e parentesco entre os organismos vivos, ou seja, refletem a compreensão do momento sobre as relações entre os diferentes organismos (Figura 11).

Judd et al. (2009, p. 2-3) apontam como objetivo fundamental da sistemática “descobrir todos os ramos da árvore da vida, documentar as modificações que ocorreram durante a evolução desses ramos e descrever todas as espécies”.

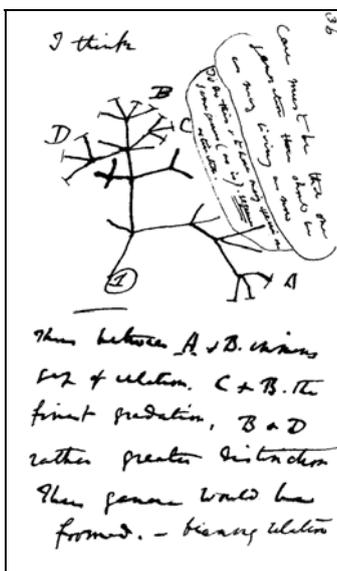


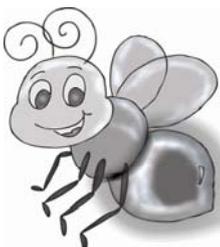
Figura 11. Estrato do bloco de anotações de Darwin, com um esquema da árvore da vida, elaborado a partir de suas observações na expedição do Beagle

Fonte:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/Darwin_tree.png

Sistemática, portanto, é a ciência que procura estudar a diversidade e a ordenação dos seres vivos em grupos relacionados. Sua importância está em proporcionar o reconhecimento das espécies ou grupos, servindo, portanto, de base para inúmeras outras ciências como ecologia, farmacologia, química, agronomia e economia entre outras.

:: FIQUE LIGADO!! ::



O que é Sistemática?

É a ciência que estuda a diversidade biológica e sua história evolutiva.

Qual o seu objetivo geral?

Descobrir todos os ramos da árvore da vida.

Que atividades um sistemata exerce?

Ele descreve, dá nomes e classifica os diferentes organismos; assim como também identifica aqueles já conhecidos.

A sistemática consiste basicamente em duas áreas: taxonomia e filogenética. A taxonomia é a disciplina que descreve e dá nome científico aos organismos e grupos. A aplicação de nomes científicos é regulamentada pela nomenclatura biológica. Filogenética é a disciplina que objetiva reconstruir a história evolutiva dos organismos convertendo este conhecimento em um sistema de classificação.

1. CLASSIFICANDO A BIODIVERSIDADE

As atividades de um sistemata abrangem a classificação, a identificação e a aplicação de nomes científicos aos seres vivos. Em seu trabalho de investigação, os sistematas primeiro estudam cuidadosamente os organismos para classificá-los e, somente após estarem seguros dos grupos estabelecidos, começam, então, a dar nomes a esses grupos. Em outras palavras, a classificação precede a nomenclatura e é independente desta.

Por classificação entende-se a ordenação dos organismos em categorias hierárquicas inclusivas (categorias taxonômicas), que possuam afinidades relativas à aparência ou a uma relação de parentesco. Os sistemas de classificação biológica são baseados numa análise aprofundada da variação dos seres vivos e dependem, sobretudo, da existência de caracteres diferenciais entre os diferentes organismos. Os primeiros sistemas de classificação biológica foram desenvolvidos utilizando uma ou poucas características morfológicas. Mais tarde, à medida que o conhecimento biológico foi se ampliando, principalmente sobre a origem e evolução das espécies, os sistemas de classificação passaram a ser mais complexos, considerando um conjunto de características não só morfológicas como também químicas e genéticas.

Os grupos mais abrangentes de seres vivos reconhecidos atualmente são os três grandes domínios: Bacteria, Archaea e Eukaria. Bacteria e Archaea compreendem organismos unicelulares procariontes, e Eukaria engloba os eucariontes, sejam eles uni ou multicelulares. Dentro do domínio Eukaria estão inseridos três reinos monofiléticos: animais, fungos e plantas verdes (Figura 12).

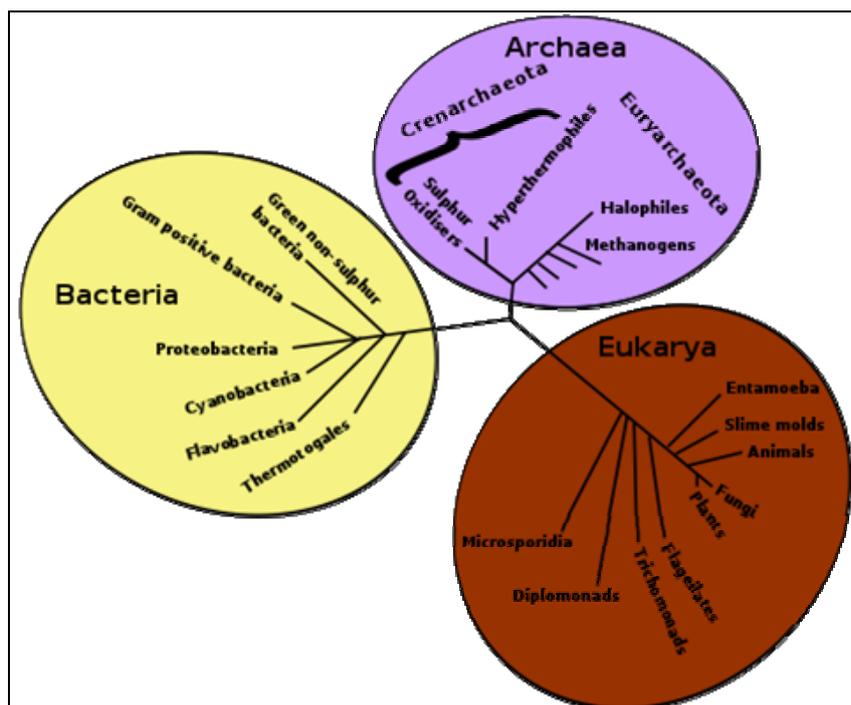


Figura 12. Os três domínios da vida representados em uma única árvore que mostra como estão relacionados

Fonte:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tree_of_life.svg

A identificação consiste no reconhecimento de que um organismo pertencente a uma determinada categoria taxonômica já conhecida e associada a um nome. Normalmente a identificação é realizada com o auxílio de literatura especializada, consulta a especialistas (taxonomistas) ou através de comparação com outros organismos incluídos em coleções científicas presentes em museus, instituições de pesquisa ou universidades.

A aplicação de nomes científicos aos seres vivos, bem como às categorias ou grupos taxonômicos mais abrangentes, é regulamentada por um conjunto de regras de nomenclatura biológica de uso mundial.

2. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA SISTEMÁTICA

A Sistemática é uma das ciências mais antigas da humanidade, pois existe desde que o homem sentiu a necessidade de conhecer os seres ao seu redor e diferenciar os que lhe eram benéficos dos que não eram. Com isso, o homem também procurou agrupá-los por afinidade, de forma a facilitar o reconhecimento dos mesmos.

As primeiras classificações dos seres vivos foram produzidas pelos filósofos gregos. Aristóteles (384-322 a.C.), considerado o precursor da biologia comparada e pai da zoologia, através de detalhada observação da natureza, classificou os animais de acordo com suas semelhanças e diferenças. Para ele, as espécies eram eternas e imutáveis, e toda a diversidade podia ser subdividida em tipos naturais discretos e estáveis. O método lógico aristotélico tinha como base a divisão de classes mais inclusivas em subclasses remanescentes até que o mais baixo grupo de “espécies” (compreendidas como subclasses subordinadas à classe mais inclusiva) não pudesse mais ser dividido.

Teofrasto (ca. 372-287 a.C.), discípulo de Platão e Aristóteles, conhecido por suas contribuições ao estudo das plantas e considerado o pai da botânica, produziu a primeira classificação das plantas. Esta foi baseada em caracteres morfológicos mais óbvios, como o porte das plantas, e sucessivamente mais detalhados. Muitos dos nomes usados por Teofrasto foram mais tarde adotados por Lineu e estão em uso ainda hoje.

Neste período não houve o desenvolvimento de sistemas de classificação propriamente ditos, e sim uma organização dos organismos em grupos baseados essencialmente em caracteres morfológicos mais evidentes, como a forma de vida nas plantas, se arbórea, arbustiva ou herbácea.

Durante a Idade Média o estudo da biodiversidade passou por um período de estagnação, assim como ocorreu com as demais ciências. Naquela época a maior preocupação daqueles que estudavam as plantas era conhecer suas características medicinais, tidas como mágicas, e domésticas. Uma das poucas exceções nesse período são as obras de Alberto Magno (1193-1280) sobre plantas e animais. Ele foi o primeiro a reconhecer nas plantas diferenças entre as monocotiledôneas e dicotiledôneas, com base na estrutura do caule.

O advento das grandes navegações, com a descoberta de áreas antes desconhecidas, como a América, trouxe grandes mudanças para o estudo da Sistemática. Um número considerável de novas espécies de plantas e animais foi coletado e enviado para a Europa. Os naturalistas de então, estudando este material, perceberam que as propostas de classificação existentes (com enfoque utilitário) não se adequavam. Com isso, as primeiras classificações estabelecidas nos séculos XVI e XVII, tinham como objetivo básico auxiliar a identificação desse

novo material e foram deliberadamente artificiais (os sistemas artificiais), utilizando poucos caracteres morfológicos como diferenciais.

Muitos sistemas foram propostos nesse período por diversos naturalistas, destacando-se dentre esses Lineu (1707-1778). Lineu (Figura 13), reconhecido como o pai da Taxonomia, foi quem estabeleceu definitivamente a nomenclatura binominal para designar as espécies, e até hoje seus trabalhos são referência para a nomenclatura botânica e zoológica. O sistema de classificação proposto por Lineu para as plantas ficou conhecido como sistema sexual, uma vez que era baseado em caracteres reprodutivos, como número e arranjo de estames. Em sua proposta Lineu incluiu uma hierarquia de cinco categorias taxonômicas (reino, classe, ordem, gênero e espécie) que constituem a base do sistema empregado até hoje nas classificações biológicas, denominada hierarquia lineana.



Figura 13. Lineu e sua flor favorita, *Linnaea borealis*

Em 1735 Lineu publicou a obra *Systema Naturae*, na qual propôs um sistema de classificação para todos os seres vivos. Sua classificação das plantas, por ex., se baseava no número e disposição das estruturas reprodutivas. Isto resultou em muitos grupos não naturais, e em uma proposta de classificação artificial. Persistiram até hoje, do sistema de classificação de Lineu, o método de classificação hierárquica e o sistema de nomenclatura binomial.

Lineu acreditava que gêneros e espécies eram entidades reais e que representavam hierarquias diferentes na organização da natureza. Entretanto, para ele, as categorias superiores eram produto da conveniência humana.

:: SAIBA MAIS... ::



A Hierarquia Lineana

Para Lineu as **espécies** eram entidades que poderiam ser agrupadas em categorias superiores chamadas de **gêneros**. Estes, por sua vez, seriam agrupados em categorias mais amplas (taxa) baseadas em suas similaridades. Os gêneros foram então agrupados em **ordens**, as ordens em **classes** e as classes em **reinos**.

Esta ordenação de grupos dentro de uma série de grupos cada vez mais abrangentes se denomina sistema hierárquico. Este sistema funciona como na teoria de conjuntos, onde cada conjunto pode apresentar dois ou mais subconjuntos em seu interior. No sistema hierárquico, a base é formada pelos indivíduos de uma espécie e o ápice pelo grupo mais abrangente, neste caso o reino. Entre cada extremo temos vários grupos de diferentes níveis, cada um deles subordinado a um único grupo imediatamente superior, e incluindo, exceto no nível mais baixo, um ou mais grupos inferiores subordinados. Cada um desses grupos é reconhecido como uma categoria taxonômica ou **táxon**.

O reino Animal, por exemplo, continha a classe Vertebrata, que continha a ordem Primates, que continha o gênero *Homo* com a espécie *Homo sapiens*.

Outras categorias taxonômicas foram adicionadas mais tarde para expressar níveis adicionais de similaridade. Quando necessárias, categorias intermediárias adicionais podem ser empregadas em uma classificação, pela adoção dos prefixos Super ou Sub. Assim podemos ter, por exemplo, a Superordem acima da Ordem, e a Subordem abaixo dela.

Tabela 1– Categorias taxonômicas empregadas atualmente na Botânica e na Zoologia.

Plantas	Animais
Reino	Reino
Divisão ou Filo	Filo
Classe	Classe
Ordem	Ordem
Família	Família
Tribo	Tribo
Gênero	Gênero
Seção	
Série	
Espécie	Espécie
Variedade	
Forma	

Embora os trabalhos de Lineu tenham dominado a taxonomia até o início do século XIX, eles nunca foram muito populares na França. Adanson (1727-1806) foi um dos defensores da ideia que as classificações deveriam englobar um número amplo de caracteres, sem dar pesos diferentes a estes. Lamarck (1744-1829), no início do séc. XIX, foi o primeiro naturalista a admitir que as espécies se originavam por evolução, opondo-se ao conceito do fixismo que predominava em sua época. Ele foi pioneiro em reconhecer a importância da filogenia para o estabelecimento das classificações e desenvolveu um sistema de pesagem numérica que designava valores para os caracteres, de acordo com a amplitude com que estes estavam distribuídos nos organismos. Contudo, suas idéias originais sobre evolução, tais como a lei do uso e desuso, foram controversas e logo abandonadas.

Os sistematas dos séculos XVIII e XIX tinham suas próprias idéias sobre a natureza e passaram muitos anos tentando desenvolver classificações “naturais”. A exploração dos trópicos, que continuava a todo vapor, mais o progresso dos equipamentos óticos, que permitiu o desenvolvimento de estudos de anatomia e morfologia comparada, proporcionaram uma visão mais clara sobre as relações de parentesco entre os organismos e lançaram as bases da taxonomia do século XIX.

Cuvier, contemporâneo de Lamarck e defensor do fixismo, foi um dos pioneiros nos estudos da anatomia animal comparada e na inclusão de caracteres internos dos organismos nos estudos de sistemática, assim como um dos primeiros a dedicar-se ao estudo dos fósseis. Cuvier fez várias contribuições para o avanço da Sistemática, entre elas o reconhecimento de quatro grandes linhagens de animais: Vertebrata, Articulata, Mollusca e Radiata.

As teorias de Darwin e Wallace não tiveram reflexo imediato nas classificações biológicas. Contudo, paulatinamente, com a aceitação da teoria da evolução, a ideia da imutabilidade das espécies, oriunda do Criacionismo, foi abandonada e passou-se a considerar as afinidades entre as espécies como um reflexo de sua evolução. Para Darwin, todos os seres vivos estavam ligados em uma série na qual os indivíduos diferiam entre si de modo gradual e imperceptível, ou seja, as espécies se originavam por modificações ao longo do tempo a partir de formas ancestrais (Figura 14).

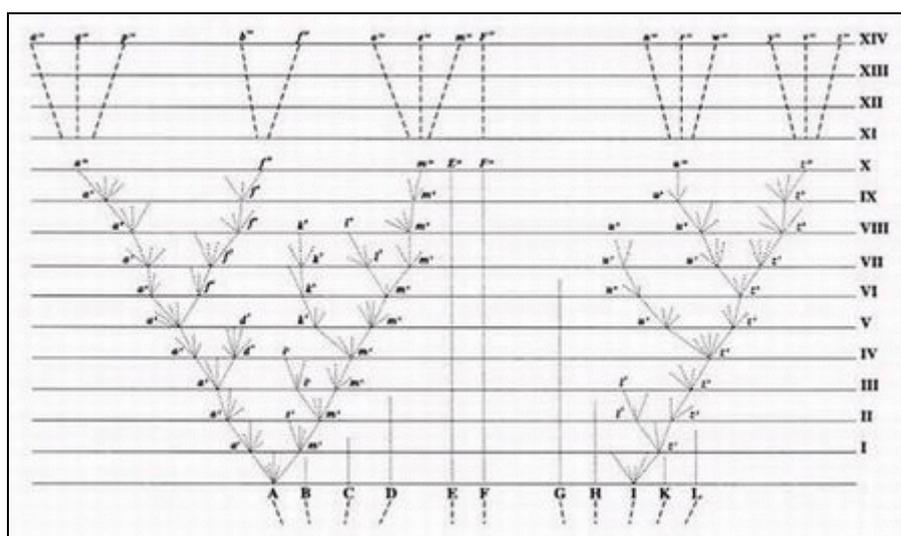


Figura 14. A árvore da vida, tal como aparece na única ilustração no livro *A origem das espécies*, de C. Darwin (1859).

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Darwins_tree_of_life_1859.gif

Segundo Darwin, a evolução se dá através de dois processos: a ramificação a partir de formas ancestrais e a divergência. Essas ideias tiveram grande repercussão na Sistemática, particularmente com relação à análise e interpretação dos caracteres dos organismos. A redescoberta em 1900 dos trabalhos sobre hereditariedade de Mendel e o desenvolvimento da moderna teoria dos cromossomos proporcionaram o desenvolvimento das primeiras classificações filogenéticas. Entretanto, até a primeira metade do século XX os sistematas continuaram delimitando grupos taxonômicos de forma muito semelhante ao que fizeram no século XIX (Figura 15).

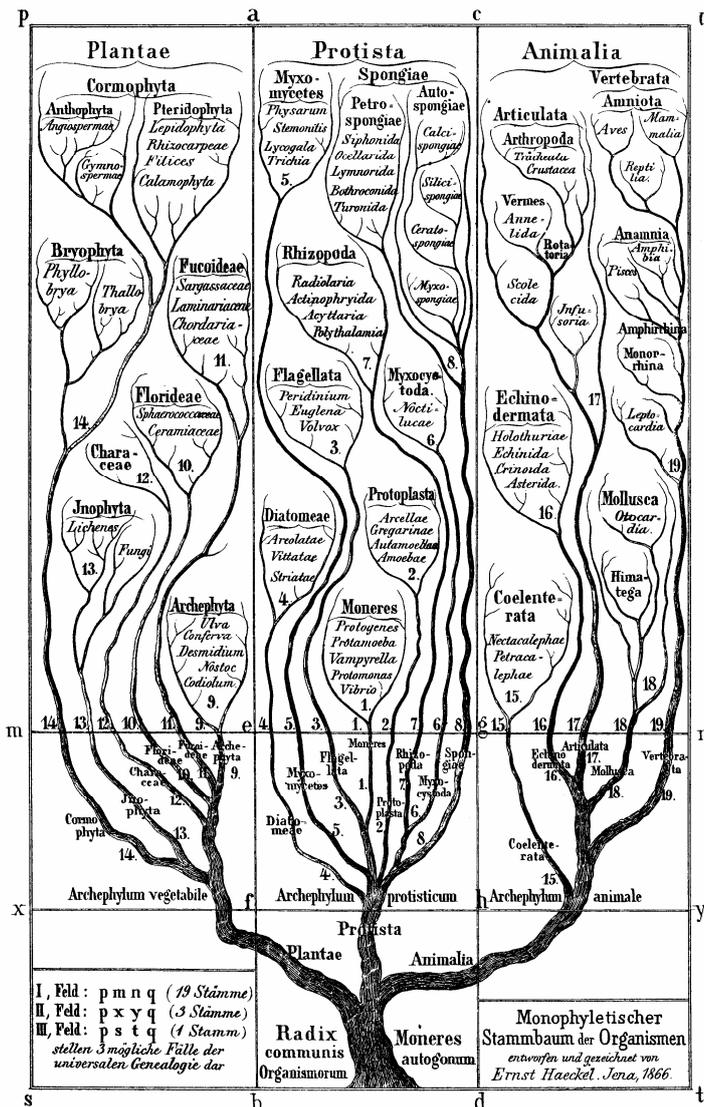


Figura 15: Árvore genealógica dos organismos segundo Haeckel (1866).

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_arbol_bn.png

Em meados do século XX, três escolas diferentes de classificação se desenvolveram: evolucionista, numérica e cladística. Cada uma dessas escolas argumentava que tinha desenvolvido um conjunto de métodos para construção de classificações evolutivas. A sistemática numérica utilizando, para agrupar os organismos, suas semelhanças, a cladística os caracteres derivados (sinapomorfias), e a evolucionista

considerando tanto as semelhanças quanto as sinapomorfias.

Atualmente, a maioria dos sistematas utiliza algum tipo de sistemática filogenética, sendo fundamental entender as suas bases.

:: PERGUNTAS?? ::



AFINAL, O QUE É FILOGENIA ?

Filogenia é o estudo das relações evolutivas entre os organismos, ou seja, as linhagens (linhas de descendência) produzidas na história evolutiva desses organismos.

Imagine uma população de organismos muito semelhantes entre si que, por algum motivo, se divide em duas populações. Estas divergem e evoluem independentemente e duas linhagens (sequência de populações ancestral-descendentes) se estabelecem. Sabemos que isso aconteceu porque os integrantes de cada uma dessas linhagens adquiriram, por meio de mutações, características novas nos seus genes que podem se refletir na sua morfologia. Os integrantes de cada uma dessas novas linhagens se parecerão mais entre si do que com a população ancestral. Esse processo pode se repetir e cada uma das novas linhagens pode se dividir novamente, com cada nova população adquirindo um novo conjunto de caracteres (em geral características morfológicas).

Cada caráter analisado em um grupo de organismos pode se apresentar de maneira invariável ou, então, se apresentar de forma diferente em cada uma das populações. Cada forma diferente é considerada um **estado**. Por exemplo, cor da flor, se branca ou amarela, é considerada, cada uma, um estado diferente do caráter cor da flor. Se o ancestral apresentava flores brancas, o estado amarelo é considerado **derivado** (apomórfico).

Quando um sistemata, estudando uma característica particular de um organismo, assume que este caráter evoluiu dentro do grupo em estudo, ele está baseando sua hipótese no conhecimento que possui sobre a condição precursora a respeito deste caráter (como ele se apresentava no ancestral). Este tipo de informação, sobre a sequência de eventos evolutivos, é a história evolutiva do grupo, ou seja, sua **filogenia**.

Uma filogenia pode ser traduzida em um conjunto simples de afirmações, tais como: os grupos A e B estão mais proximamente relacionados entre si do que ambos com o grupo C. Isto equivale a dizer que A e B compartilham um **ancestral comum** mais recente do que o ancestral compartilhado com C. A e B são, então, chamados de **grupos-irmãos**, ou parentes mais próximos. Podemos representar estas relações filogenéticas na forma de um diagrama conhecido como árvore filogenética ou **cladograma** (Figura 16) .

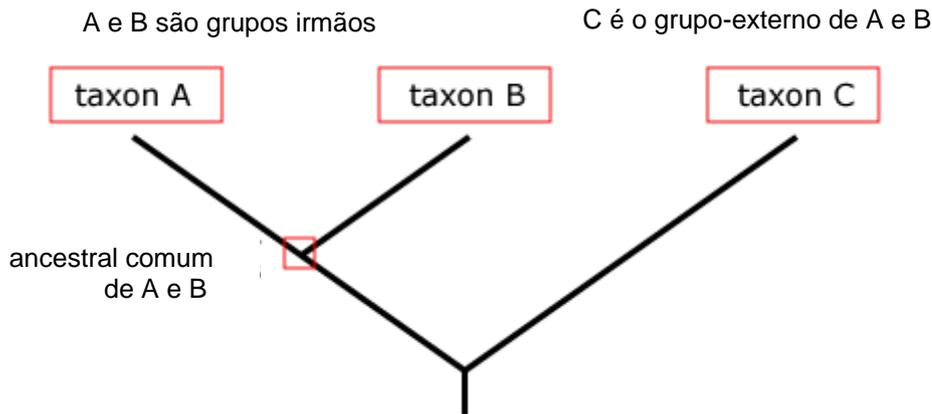


Figura 16. Cladograma padrão

Num enfoque filogenético, apenas grupos considerados **monofiléticos** devem receber nomes em um sistema de classificação. Um grupo monofilético é um grupo que contém um ancestral e todos os seus descendentes. Grupos monofiléticos correspondem aos clados de uma árvore filogenética, e podem ser “removidos” da árvore com um único corte (Figura 17).

Cada uma das áreas assinaladas corresponde a um clado

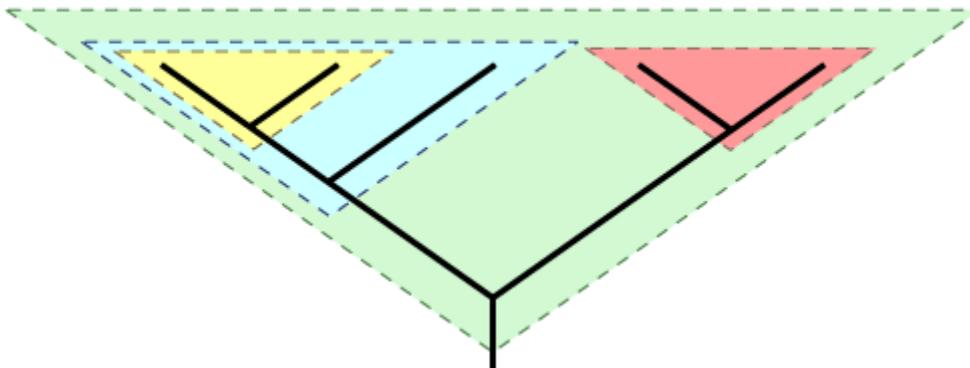


Figura 17. Representação gráfica de um cladograma, destacando os diferentes clados

A definição de monofilia é muito recente, e muitos grupos tradicionalmente reconhecidos de plantas e animais não são grupos monofiléticos.

Um grupo monofilético pode ser reconhecido pelos caracteres derivados compartilhados por seus integrantes (**sinapomorfias**). Os resultados dessa nova abordagem modificaram completamente a visão que se tinha sobre as relações filogenéticas de vários grupos, fazendo com que as atuais propostas de classificação, muitas vezes, apresentem mudanças em vários níveis.

3. ESCOLAS SISTEMÁTICAS

No último século a sistemática se debruçou principalmente sobre questões tais como definir e diagnosticar os grupos naturais e encontrar métodos e procedimentos adequados para

fazer a reconstrução destes grupos. Após 1950 três diferentes escolas de classificação surgiram: sistemática evolucionista, sistemática fenética e sistemática filogenética ou cladística.

3.1. SISTEMÁTICA EVOLUCIONISTA OU GRADISTA

No início do século XX, diversos geneticistas, paleontólogos e naturalistas uniram suas ideias em um amplo programa de pesquisa que ficou conhecido como “síntese da teoria evolutiva” ou “moderna síntese”. Deste resultou um entendimento consensual sobre a teoria da evolução - o processo evolutivo é gradual, sem saltos abruptos, baseado na seleção natural de variedades preexistentes, que por sua vez são resultado de alterações aleatórias tais como mutações genéticas e recombinações cromossômicas. Portanto, para se entender a evolução seria necessário estudar como as características se alteram e se propagam nas populações.

Esta nova compreensão da evolução deu origem ao que hoje se chama sistemática evolutiva ou evolucionista, cujos expoentes são Mayr e Simpson. A representação gráfica das classificações evolucionistas é uma árvore evolutiva, na qual se pode incluir ancestrais diretos dos táxons terminais nos nós de cada ramo. As diferenças de comprimento dos ramos dessas árvores refletem a quantidade de variações acumuladas durante a evolução do táxon terminal. Nessa escola enfatiza-se o papel da adaptação no processo evolutivo e essa informação, sobre as diferentes taxas evolutivas, é utilizada *a priori* no desenvolvimento de propostas de classificação.

A sistemática evolucionista segue a tradição de Darwin, Wallace e Haeckel pelo fato de não apresentar um método objetivo para a obtenção das classificações biológicas. Os sistematas dessa escola viam as classificações como uma mistura de ciência e arte. Assim, um taxonomista “evolutivo” ou “clássico” deveria construir cenários sobre a evolução de determinado grupo e esse cenário serviria para a construção de sistemas de classificação. Dessa forma, essa escola sistemática baseava-se muito mais na autoridade de um pesquisador sobre determinada área do que em um método passível de repetição. O uso de determinadas evidências e dados nas classificações são decididos principalmente de forma subjetiva, dependendo do conhecimento prévio dos seus autores. Assim, não há como esperar que duas dessas classificações, obtidas independentemente por pesquisadores estudando o mesmo grupo, sejam semelhantes do ponto de vista das relações de parentesco entre os organismos considerados. As chamadas árvores evolutivas são consideradas apenas interpretações ilustradas da opinião dos especialistas (Figura 18).

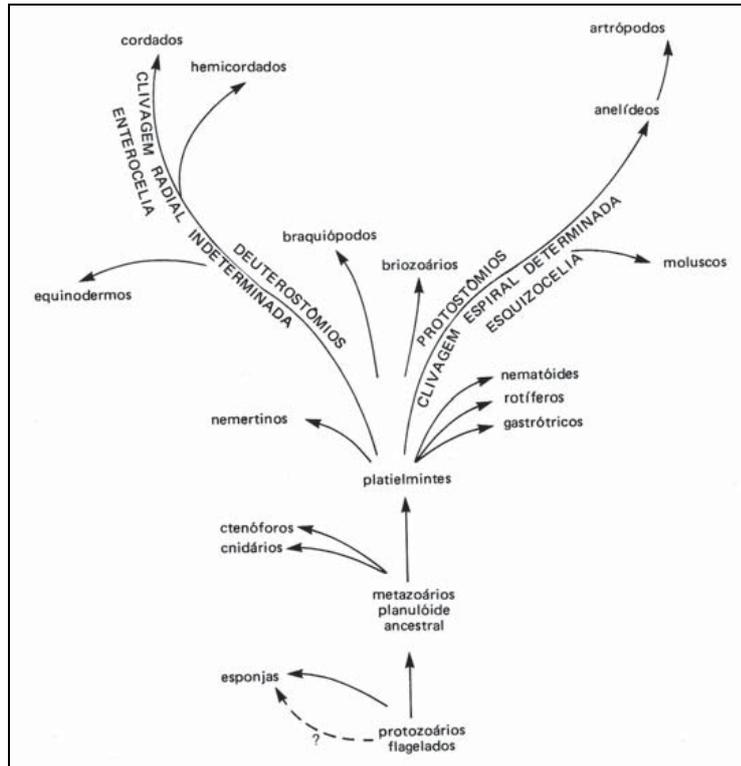


Figura 18. Árvore evolutiva mostrando as relações entre os grandes grupos de Metazoa.
(Fonte: Santos, 2008)

A sistemática evolucionista, evolutiva, ou sistemática moderna, como também é conhecida, tem dois objetivos principais: classificar a diversidade biológica e reconstruir os padrões de parentesco entre ancestrais e descendentes. Para tanto, são utilizados dois tipos de informação evolutiva na classificação dos organismos: as relações ancestral-descendente e o grau de divergência entre táxons.

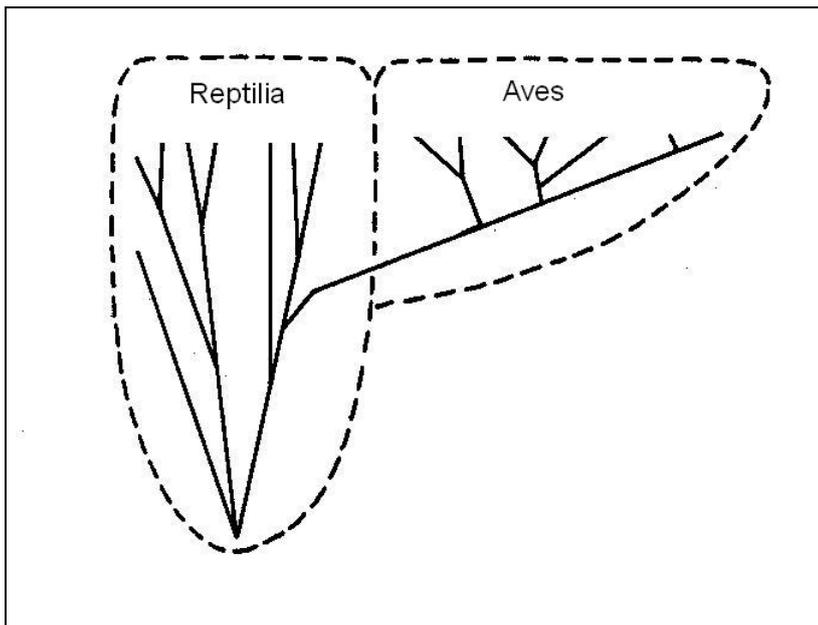


Figura 19. Árvore evolutiva representando as classes dos répteis e das aves.
Fonte:
Rosa e Barbosa, 2008

Na interpretação da escola filogenética, o uso destas duas informações leva a formação de grupos parafiléticos (aqueles que contêm um ancestral comum e alguns de seus descendentes, não todos).

Muitos táxons reconhecidos de longa data são, na verdade, parafiléticos, e dessa forma considerados grupos artificiais e não grupos naturais sob a ótica filogenética. Vejam o exemplo conhecido dos vertebrados amnióticos (répteis, aves e mamíferos). As classificações evolucionistas consideram répteis, aves e mamíferos como 3 classes distintas: Reptilia, Aves e Mammalia (Figura 19). Estudos mais recentes, morfológicos e moleculares, fornecem fortes evidências de que houve uma divergência nos Amniotas produzindo dois grupos monofiléticos: Sauropsideos, que inclui os répteis e as aves atuais, bem como os extintos dinossauros, e um segundo grupo, Sinapsideos, que inclui os mamíferos e alguns outros répteis extintos mais próximos dos mamíferos atuais (Figura 20).

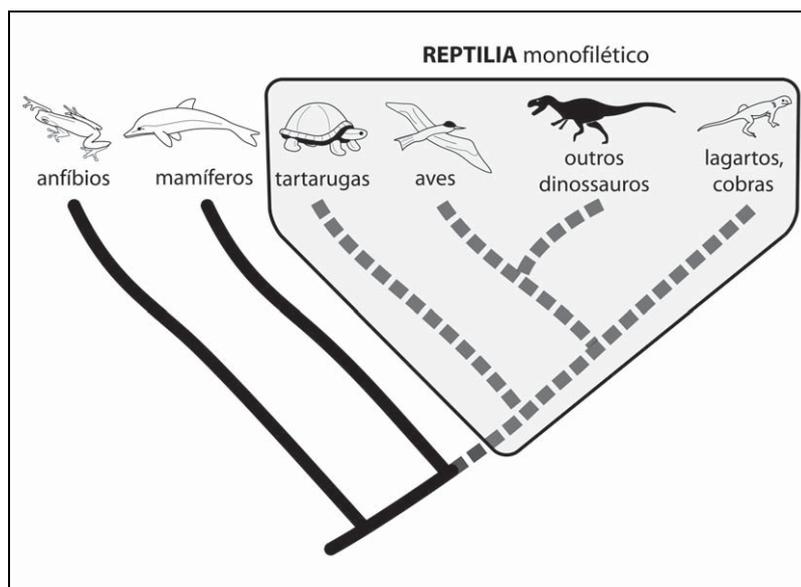


Figura 20. Cladograma mostrando as relações entre os grandes grupos de Tetrapoda (Chordata, Vertebrata), incluindo as aves em Reptilia, que passa assim a ser considerado um agrupamento monofilético. (Fonte: Santos, 2008)

3.2. TAXONOMIA NUMÉRICA OU FENÉTICA

Para tentar desenvolver um sistema de classificação mais objetivo e mensurável, Sneath e Sokal (1973) desenvolveram um novo método para organizar os dados e obter uma classificação fenética. Este método ficou conhecido como taxonomia numérica e, assim como Adanson advogava, se fundamenta no uso de um grande número de caracteres, oriundos de vários tipos de dados, representando o grau de similaridade geral entre os organismos. Sneath e Sokal argumentavam que quanto maior o número de dados mais preditiva seria a classificação.

Na taxonomia numérica todos os caracteres a priori têm o mesmo peso. O número mínimo de caracteres a ser utilizado foi objeto de amplo debate, sendo 60 o mínimo e pelo menos 100 o desejável.

A unidade básica da taxonomia numérica é a unidade taxonômica operacional (OTU), que corresponde à categoria taxonômica que está sendo estudada (espécie, gênero, família, etc.). Após a seleção do grupo taxonômico se faz a seleção dos caracteres a serem utilizados e cada OTU é analisada pela presença ou ausência de cada caráter ou estado de caráter. Esses atributos são codificados e com eles é construída uma matriz (OTUs x caracteres). Essa matriz então é analisada com o auxílio de um computador que irá agrupar as OTUs de acordo com suas similaridades, ou seja, de acordo com o número de atributos em comum (Figura 21). Este processo é conhecido como análise de agrupamento (cluster analysis) e geralmente é obtido não diretamente da matriz de dados, mas sim de através da produção de uma tabela de coeficientes de similaridade.

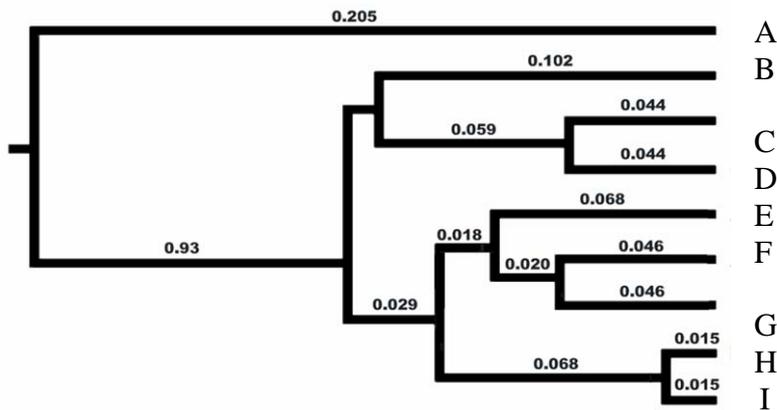


Figura 21. Fenograma resultante da análise de agrupamento de uma matriz de similaridade hipotética entre os táxons.

Esperava-se que com o uso de muitos caracteres, fosse possível chegar a uma classificação natural. Infelizmente, na maioria das vezes estas análises reuniam em um mesmo grupo táxons não relacionados, em função de evolução paralela ou convergente. A lógica da taxonomia numérica, entretanto, é ainda utilizada nas atuais análises filogenéticas que procuram correlacionar medidas de similaridade com a interpretação evolutiva.

3.3. SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

Embora a aceitação das ideias de Darwin tenha levado a uma busca pelas classificações que melhor refletissem a história evolutiva dos seres vivos, somente na metade do século XX é que surgiram ferramentas objetivas que pudessem ser utilizadas pelos sistematas. Foi Willi Hennig, um entomólogo alemão, quem introduziu um método que aliou a objetividade da fenética com a perspectiva evolutiva da taxonomia clássica. Partindo do princípio que as mudanças evolutivas que ocorrem ao longo de gerações são extremamente restritas, e que novas estruturas raramente surgem do nada, mas ao contrário, são produto de modificações adquiridas por estruturas já existentes, Hennig concluiu que a história dessas modificações poderia ser reconstruída baseada nas similaridades e diferenças nas características dos organismos relacionados. Considerando que características presentes no ancestral comum teriam se modificado por adições, perdas ou transformações, ele demonstrou que através do ordenamento das transformações do caráter ancestral para um estado derivado seria possível deduzir a história evolutiva do grupo. Dessa forma, ele desenvolveu um método que permitia reconstruir a história de uma linhagem e as relações hierárquicas entre os taxa. O resultado se representa em um cladograma, e a construção de cladogramas que reflitam a verdadeira história evolutiva é objetivo maior da sistemática filogenética (Figura 22).

Sistemática Filogenética, portanto, é o campo da biologia que reconstrói a história evolutiva e estuda as relações entre os organismos.

A sistemática filogenética é também conhecida como cladística, embora este seja um termo cunhado por Mayr para se referenciar a metodologia. Esta utiliza o princípio da parcimônia,

ou seja, considera-se como a rota evolutiva mais provável o caminho hipotético mais curto que explique as mudanças no padrão fenético atual.

Para a sistemática filogenética, as relações de parentesco entre as espécies, só podem ser obtidas a partir da análise de similaridades especiais, os caracteres derivados. Esses atributos são, necessariamente, homólogos entre os grupos taxonômicos considerados, ou seja, representam características que podem (ou não) ser morfologicamente semelhantes e que surgiram em um ancestral comum desses grupos, modificando-se com o passar das gerações. São exemplos simples de estruturas homólogas: os membros anteriores de um eqüino, os braços de um *Homo sapiens* e as asas de qualquer ave. Assim, para chegar às hipóteses de parentesco, são feitas análises das características derivadas presentes em grupos-irmãos, mas ausentes em um grupo externo. Tais caracteres derivados compartilhados foram denominados **sinapomorfias** por Hennig.

Hennig diferenciou grupos monofiléticos de parafiléticos e polifiléticos, e postulou que somente grupos monofiléticos deveriam ser considerados como taxa nos sistemas filogenéticos. Já vimos anteriormente que grupos **monofiléticos** são aqueles que compreendem um ancestral e toda sua descendência. Grupos **polifiléticos**, ao contrário, são formados por descendentes de mais de um grupo ancestral. Um grupo **parafilético**, por sua vez, é aquele no qual seus componentes possuem um único ancestral comum, mas não compreende todos os descendentes daquele ancestral (Figura 23).

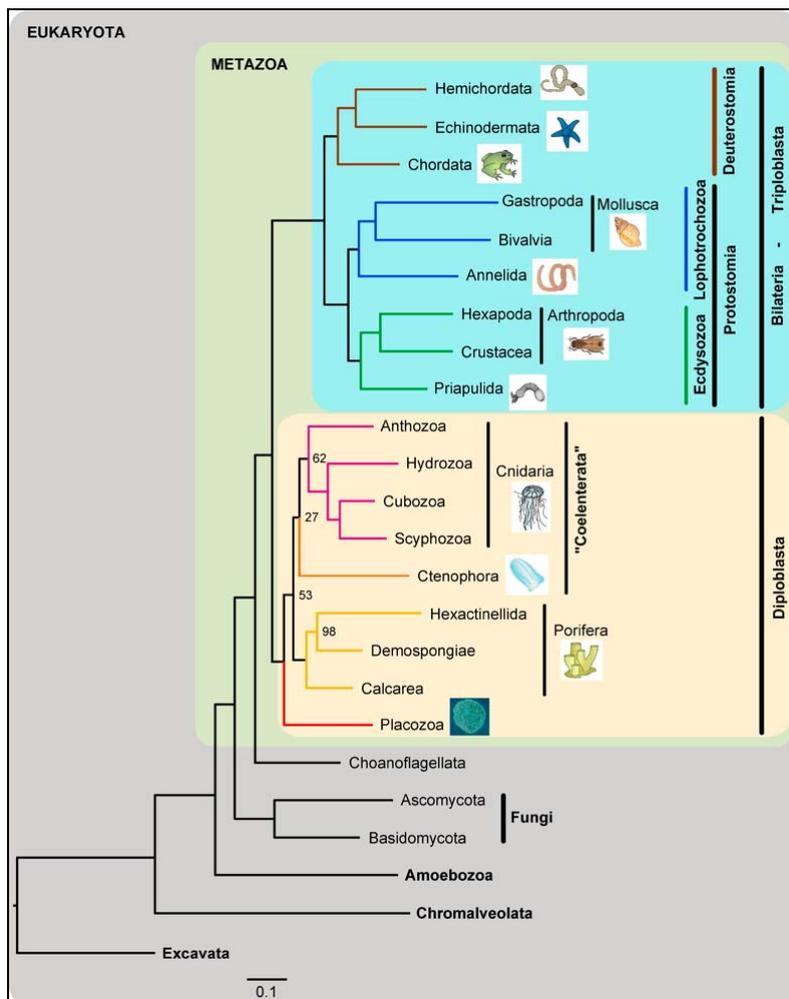
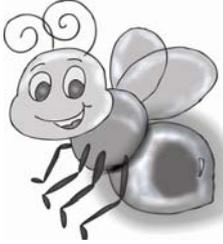


Figura 22. Árvore filogenética dos Metazoa (Fonte: Schierwater B, Eitel M, Jakob W, Osigus H-J, Hadrys H, et al., 2010, disponível em <http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.1000020>)

:: FIQUE LIGADO!! ::



Compare o cladograma da figura 22 com a árvore evolutiva da figura 18.

A determinação dos estados primitivos (plesiomórficos) e derivados (apomórficos) dos caracteres, denominada de polarização, pode ser feita com base na comparação do grupo de estudo (grupo interno) com fósseis ou grupos externos próximos. A comparação com grupos externos é mais comum devido à escassez de fósseis. Estados plesiomórficos podem estar presentes tanto no grupo externo quanto no grupo interno, enquanto os estados apomórficos são restritos ao grupo interno.

Assim como propôs que somente grupos monofiléticos deveriam ser reconhecidos numa classificação filogenética, Hennig também propôs que grupos irmãos deveriam ser considerados no mesmo nível hierárquico taxonômico.

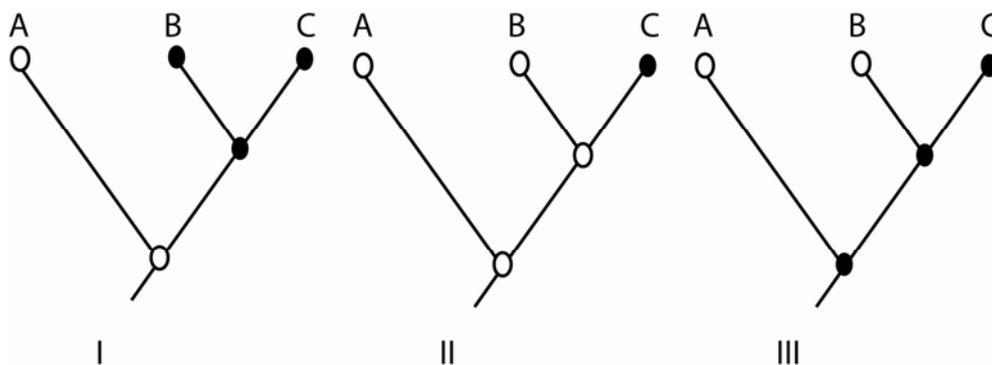


Figura 23. Diagramas mostrando diferentes origens e grupos para três espécies (A, B, C). I. Grupos BC e ABC são monofiléticos; a similaridade entre B e C é uma sinapomorfia, a diferença entre A e BC é uma divergência. II. Grupo AB é parafilético, grupo ABC é monofilético; a similaridade entre A e B é uma simplesiomorfia, a diferença entre B e C é uma divergência. III. Grupo AB é polifilético, grupo ABC é monofilético; a similaridade entre A e B é uma falsa sinapomorfia, causada por paralelismo.

A segunda metade do séc. XX ainda testemunhou avanços científicos e tecnológicos nas áreas da genética e bioquímica, que permitiram acessar características genéticas e moleculares dos organismos, e submetê-las a análises sistemáticas. A comparação entre sequências de DNA de diferentes organismos é a base da recente sistemática molecular.

Atualmente a atitude dos sistematas está mudando e as classificações deixaram de ser produto de um único pesquisador. Estas passaram a ser desenvolvidas por equipes multidisciplinares que utilizam diferentes conjuntos de caracteres dos mesmos organismos. Como exemplo temos o *Angiosperm Phylogeny Group*, um grupo de mais de 20 sistematas trabalhando de forma colaborativa na nova classificação das angiospermas.

:: ARREGAÇANDO AS MANGAS!! ::

Faça uma comparação entre as diferentes escolas sistemáticas, analisando aspectos comuns e diferenças entre elas.

4. NOMENCLATURA BIOLÓGICA

O nome é um veículo de comunicação, mas só pode cumprir esta função se for compreendido e tiver o mesmo significado para todos aqueles que o utilizam. Um nome deve fazer com que se pense imediatamente nos conceitos desejados com sua transmissão. Este é o princípio fundamental da nomenclatura e o único critério mediante o qual se pode julgar a eficiência de qualquer sistema de nomenclatura. Isto implica que os nomes devem ser universais.

“Biólogos precisam saber com que organismos estão trabalhando antes de poder passar informações sobre eles para outras pessoas – uma função da taxonomia que torna a estabilidade da nomenclatura uma questão importante.”

(Davis & Heywood, 1963)

Os nomes vulgares dos organismos estão muito longe de reunir estas condições, de modo que o seu uso é impraticável na nomenclatura biológica. Além da multiplicidade de idiomas, os nomes vulgares são frequentemente utilizados com diferentes sentidos e, às vezes, um mesmo nome pode ser aplicado a diferentes espécies. Além disso, uma única espécie pode ter mais de um nome vulgar, dependendo da região onde se encontra.

A nomenclatura biológica tem por objetivo evitar estes problemas, e por esta razão segue uma série de regras estabelecidas em códigos de nomenclatura. Os nomes científicos dos organismos classificados como animais são regulamentados pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, aqueles classificados como plantas, incluindo os fungos, pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica.

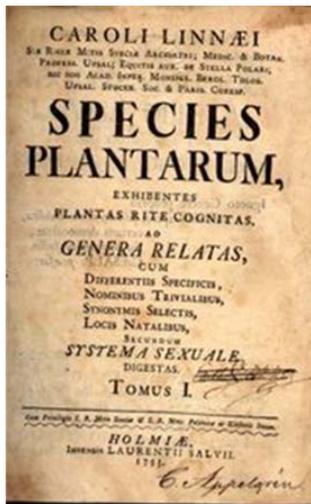
Os dois códigos diferem entre si, mas ambos seguem a mesma lógica operacional. Cada um deles apresenta um conjunto de regras, na forma de artigos, que devem ser cumpridas, e recomendações, cujo cumprimento não é obrigatório, mas indicam o melhor procedimento a seguir. Vale ressaltar que não existe nenhuma sanção legal para o não cumprimento das regras de nomenclatura, exceto a desaprovação pela comunidade científica. Todavia, o não cumprimento das regras leva a instabilidade da nomenclatura.

4.1. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DA NOMENCLATURA BIOLÓGICA

Antes de Lineu a prática de dar nomes as espécies era variável. Em geral utilizavam-se longos nomes latinos, polinômios, que eram quase pequenas descrições das espécies. Por exemplo, uma rosa, era referida como *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro*. Lineu simplificou imensamente o nome das espécies designando um termo latino para indicar o gênero

e outro termo para a espécie (epíteto específico). Os dois termos constituem o binômio, ou seja, o nome da espécie. *Mangifera indica* L. é o nome científico da mangueira. *Mangifera* é o nome genérico e *indica* é o epíteto (botânica) ou nome (zoologia) específico. O “L.” após *Mangifera indica* é a abreviatura de Lineu e indica que este é o autor do nome da espécie.

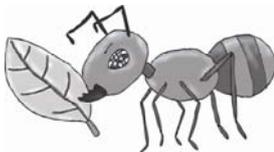
Embora Lineu não tenha sido o primeiro a usar binômios para designar as espécies, ele foi o primeiro a usá-los consistentemente, e por essa razão os nomes latinos adotados pelos naturalistas antes de Lineu não são considerados válidos de acordo com as regras de nomenclatura.



Em sua obra *Species Plantarum* (Espécies Vegetais), publicada em 1753, Lineu adotou o sistema binominal que rapidamente se tornou padrão. A prioridade de nomes de plantas e animais começa com Lineu: para plantas, aqueles publicados no *Species Plantarum*, em 1753, e para os animais aqueles constando na décima edição do *Systema Naturae*, de 1758.

Figura 24. Reprodução da primeira página do *Species Plantarum* de Lineu (1753).

:: HORA DE TRABALHAR!!! ::



Antes de prosseguir, reveja o Box sobre a Hierarquia Lineana (página 250)

As regras de nomenclatura surgiram da necessidade de padronizar a aplicação de nomes aos organismos, evitando confusões e garantindo a estabilidade do sistema de nomenclatura. O primeiro código de nomenclatura zoológica, conhecido como "Strickland Code", foi publicado na Inglaterra, em 1842, pela Associação Britânica para o Avanço da Ciência. Entretanto, logo surgiram vários outros códigos em vários países, criando muitas vezes situações conflitantes. Finalmente, em 1898, durante a realização do IV Congresso Internacional de Zoologia em Cambridge, foram apresentadas as regras internacionais de nomenclatura zoológica, que foram oficialmente aprovadas em 1901, em Berlim. O **Código Internacional de Nomenclatura Zoológica** é conhecido pela sua sigla inglesa **ICZN**.

As primeiras tentativas de organizar a nomenclatura botânica remontam ao Primeiro Congresso Internacional de Botânica que aconteceu em agosto de 1867 em Paris. Entretanto, as primeiras regras internacionais de nomenclatura botânica só foram aceitas em Viena, em 1905, durante o Segundo Congresso Internacional. O atual **Código Internacional de Nomenclatura Botânica, ICBN**, foi revisto em 2005 e só poderá ser alterado no próximo congresso internacional de Botânica, em 2011.

O ICZN e o ICBN são independentes e diferem em vários aspectos, entretanto, algumas características básicas são comuns. Os códigos de nomenclatura requerem que todos os nomes científicos sejam escritos em latim e sigam as regras gramaticais latinas.

Os dois códigos adotam o sistema hierárquico de categorias taxonômicas. Nomes de táxons acima do nível de gênero consistem em um só termo e por isso são ditos uninominais, e se escrevem com inicial maiúscula. De acordo com o seu grau hierárquico, os códigos determinam terminações obrigatórias que identificam a sua categoria. As terminações adotadas na formação dos nomes de família são “*aceae*” para famílias botânicas e “*idae*” para famílias zoológicas. Os nomes de gêneros também são uninominais e também se escrevem com maiúscula.

Os nomes das espécies possuem dois termos, e por isso são chamados de binominais ou binômios. O nome de uma espécie consiste no nome do gênero ao qual pertence a espécie, seguido de um segundo termo que é peculiar a espécie. O segundo termo se escreve com minúscula.

O ICBN estabelece a data de 1º de maio de 1753, data de publicação da primeira edição do *Species Plantarum* de Lineu, como a data formal para início da nomenclatura botânica. O ICZN adota 1º de janeiro de 1758, data de publicação da décima edição do *Systema Naturae* também de Lineu, como a data oficial de início da nomenclatura zoológica. Outra diferença entre os dois códigos é o idioma usado nas descrições e diagnoses de táxons, que para o código de botânica obrigatoriamente é o Latim, enquanto o código de zoologia não faz essa exigência.

Os dois códigos apresentam ainda outros elementos comuns, como a adoção do princípio da prioridade e a tipificação. O princípio da prioridade estabelece que, quando há mais de um nome para o mesmo táxon, aquele mais antigo tem prioridade sobre o mais recente. A tipificação é o processo de designação de tipos nomenclaturais para todo e qualquer nome científico. O tipo de um nome é o elemento sobre o qual se baseou a descrição original associada ao nome quando este foi publicado pela primeira vez. O tipo do nome de uma espécie é uma amostra, da planta ou animal estudado, depositada em uma coleção científica.

4.2. CÓDIGO INTERNACIONAL DE NOMENCLATURA ZOOLOGICA (ICZN)

O Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN) encontra-se atualmente em sua quarta edição, em validade desde janeiro de 2000. Graças às ferramentas atuais de comunicação pela internet, esta última edição é fruto de uma consulta muito mais ampla à comunidade zoológica do que as realizadas nas versões anteriores. A atual edição foi elaborada pela Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica, que é também a responsável por arbitrar dúvidas e eventualmente modificar o código.

O preâmbulo do ICZN traz claro seu objetivo principal que “é garantir a máxima universalidade e continuidade dos nomes científicos dos animais, compatível com a liberdade dos cientistas de classificá-los de acordo com o seu melhor julgamento taxonômico”. O código apresenta um conjunto de artigos (obrigatórios) e recomendações para o estabelecimento de nomes nas categorias de espécie, gênero e família. Os nomes acima da categoria de família não são completamente regulamentados pelo ICZN e não há regras para categorias inferiores a subespécie.

São princípios do Código de Nomenclatura Zoológica: não impor julgamentos taxonômicos; prover nomes para os táxons, independente de seu nível hierárquico; todo nome adotado deve

estar permanentemente relacionado a um tipo nomenclatural; as regras devem prover a estabilidade da nomenclatura compatível com a liberdade taxonômica;

O ICZN contém 90 artigos reunidos em 18 capítulos que podem ser consultados *on line* (<http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/>). As principais disposições do código são as seguintes:

a) Aplicação (Art. 1.3): se aplica aos animais atuais e fósseis.

b) Independência (Art. 1.4): a nomenclatura zoológica é independente de outros sistemas de nomenclatura.

c) Ponto de Partida (Art. 3): a data de 1 de janeiro de 1758 é arbitrada como o ponto de partida para a nomenclatura zoológica, e se reconhecem dois trabalhos como tendo sido publicados nessa data: a décima edição do *Systema Naturae* de Linnaeus e *Aranei Svecici* de Clerck. Este último tem precedência sobre o primeiro, mas todo outro trabalho é considerado como sendo posterior ao trabalho de Lineu.

d) Nomes dos táxons (Arts. 4-6): os nomes dos táxons em categorias superiores à espécie são uninominais, consistem em uma única palavra, e devem ser escritos com inicial maiúscula; os nomes de espécies são uma combinação de dois nomes, binômios, sendo o primeiro o nome genérico, escrito com inicial maiúscula, e o segundo o nome específico, escrito em minúscula; os nomes de subespécies são uma combinação de três nomes, trinômios, o nome genérico, o nome específico e o nome subespecífico, este último também escrito em minúsculas. Os nomes de subgêneros, quando for o caso, devem ser escritos entre parênteses após o nome do gênero e o nome específico, também com inicial maiúscula.

e) Critérios de Publicação (Arts. 7-9): um nome é considerado como publicado se atender aos seguintes critérios: ser um registro científico público e permanente; poder ser obtido assim que lançado, por aquisição ou distribuição gratuita; ter várias cópias idênticas e duráveis (antes de 1986, com tinta impressa em papel). Não constituem publicações: manuscritos em facsimile após 1930, provas de artigos, microfimes, textos ou ilustrações veiculados na Internet, nomes em etiquetas ou catálogos, resumos, painéis, pôsteres apresentados em eventos científicos.

e) Critérios de Disponibilidade (Arts. 10-20): um nome torna-se disponível para nomenclatura zoológica e recebe autoria e data desde que tenha sido publicado de acordo com o ICZN e adote o alfabeto latino. Nomes publicados antes de 1931 devem estar acompanhados de uma definição, descrição ou indicação especificada pelo código. Nomes publicados após 1930 devem ser acompanhados de uma descrição ou definição e de uma diagnose que aponte seus caracteres diferenciais de taxa relacionados ou similares. Indicações podem ser de vários tipos, como a citação de uma publicação anterior contendo uma ilustração, descrição ou definição do táxon. Nomes publicados após 1999 devem ser explicitamente indicados como novos e necessariamente estar acompanhados da citação do respectivo tipo.

f) Data de Publicação (Arts. 21-22): deve vir logo após o nome do autor, separada por uma vírgula.

g) Princípio da Prioridade (Arts. 23-24): o nome válido de um táxon é o nome mais antigo disponível, desde que atenda o ICZN, e recebe a designação de sinônimo sênior. Os nomes mais recentes são tratados como sinônimos juniores.

h) Formação dos Nomes (Arts. 25-49): As seguintes terminações são indicadas pelo Código:

- oidea : para os nomes de superfamília
- idae: para os nomes de família
- inae: para os nomes de subfamília
- ini : para os nomes de tribos

Os nomes específicos, quando se tratam de adjetivos no nominativo, devem concordar em gênero com o nome genérico. Os nomes de homenagem a pessoas são formados pelo acréscimo da desinência "i" para o masculino e "ae" para o feminino.

i) Autoria (Arts. 50-51): o autor de um nome científico é aquele responsável pela primeira publicação do nome segundo os critérios do Código. O nome do autor não é parte integrante do nome científico de um táxon e a sua citação é opcional, porém recomendável. Quando o trabalho que publicou o nome pela primeira vez é de autoria de dois ou mais autores, o nome também tem a autoria múltipla. Quando um nome do grupo de espécie é citado em combinação com outro gênero que não o da descrição original, o nome do autor e a data devem ser citados entre parênteses.

j) Princípio da homonímia (Arts. 52-60): quando dois ou mais táxons distintos têm o mesmo nome (homonímia), apenas o mais antigo (sênior) é considerado válido, com base no princípio da prioridade.

l) Tipificação (Arts. 61-76): Nomes de família, gênero e espécies devem ter um tipo designado. O tipo de uma espécie é um espécime, isto é, uma amostra em uma coleção científica. O tipo de um gênero é uma espécie e o tipo de uma família é um gênero. Quando a descrição de uma espécie é baseada em vários espécimes estes são designados de série-tipo. Se na descrição original não houver a designação do tipo, todos os espécimes da série-tipo são tratados como **síntipos**. Quando a designação do tipo é feita pelo autor original este tipo denomina-se **holótipo** e os demais integrantes da série tipo são **parátipos**. Quando a designação de um espécime é feita *a posteriori*, temos um **lectótipo**. Quando um tipo é escolhido em função da perda ou destruição do tipo original, tem-se um **neótipo**.

4.3. CÓDIGO INTERNACIONAL DE NOMENCLATURA BOTÂNICA (ICBN)

O Código de Nomenclatura Botânica se aplica a todos os organismos tradicionalmente tratados como plantas, como os fungos e as algas, mesmo que hoje façam parte de outros reinos.

Os princípios do ICBN estabelecem que: a nomenclatura botânica é independente da nomenclatura zoológica e bacteriológica; a aplicação dos nomes é determinada por meio de tipos nomenclaturais; a nomenclatura está baseada no princípio da prioridade; cada grupo taxonômico só pode ter um único nome correto, o mais antigo de acordo com as regras e que os nomes científicos são tratados como latinos.

O ICBN apresenta 62 artigos e sete apêndices que podem ser consultados *on line* (<http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm>). As principais regras do código estão relacionadas a seguir:

a) Categorias taxonômicas (Arts. 2-4): As plantas são classificadas em categorias taxonômicas hierarquicamente subordinadas, sendo a espécie a categoria básica. As principais categorias taxonômicas são: reino, divisão ou filo, classe, ordem, família, gênero e espécie.

b) Tipificação (Arts. 7-10): Estabelece que os nomes das plantas são baseados em tipos nomenclaturais. O tipo do nome de uma espécie de uma amostra depositada em um herbário

(coleções científicas de plantas). Um **holótipo** é aquele material designado pelo autor original do nome quando da sua publicação. A denominação dos tipos é idêntica ao do ICZN, com a adição do **isótipo**, que é uma duplicata do holótipo. O tipo de um gênero é uma espécie determinada, o tipo da família é um gênero, o da ordem é uma família. O código recomenda cuidado especial com a preservação do holótipo, que deve ser depositado em herbário ou coleção pública, garantindo o livre acesso aos botânicos.

c) Prioridade (Art. 13): Determina as datas válidas como ponto de partida para a nomenclatura dos vários grupos taxonômicos tratados pelo ICBN. Para as angiospermas e pteridófitas esta data é 1º de maio de 1753. Assim, nomes estabelecidos anteriormente a essas datas não são considerados válidos.

d) Nomes dos táxons (Arts. 16-28): Os nomes das categorias acima de gênero possuem um único termo e têm terminações obrigatórias. Os nomes de divisão terminam em *-phyta*, exceto para as divisões dos fungos que terminam em *-mycota*. Para as plantas vasculares os nomes das classes terminam em *-opsidae*; os nomes das ordens derivam do nome de uma das suas famílias com a terminação *-ales*; os nomes de famílias derivam do nome de um gênero e terminam em *-aceae*. Oito famílias possuem nomes conservados que não terminam em *-aceae*, e que também são considerados válidos devido ao seu uso tradicional: Compositae (Asteraceae); Cruciferae (Brassicaceae); Gramineae (Poaceae); Guttiferae (Clusiaceae); Labiatae (Lamiaceae); Leguminosae (Fabaceae); Palmae (Arecaceae); Umbelliferae (Apiaceae).

Os nomes de espécies são binômios, e o epíteto específico não pode repetir exatamente o nome genérico (tautônimo), por ex., *Rosa rosa* é um nome ilegítimo.

e) Condições de publicação e datas (Arts. 29-50): Só é considerado como publicação material impresso disponível ao público ou, pelo menos, disponível aos botânicos em geral através de bibliotecas de instituições botânicas. Para ser validamente publicado o nome de um táxon deve ser acompanhado de uma descrição ou diagnose latina e ter uma clara indicação do seu tipo. Uma diagnose é uma declaração curta evidenciando como na opinião do autor aquele táxon difere de outros relacionados. Quando descrevendo um novo táxon os autores devem ilustrá-los.

A data de um nome, para questões de prioridade, é aquela de sua publicação válida. Para que a indicação de um nome possa ser precisa e completa, e que a data possa ser facilmente verificada, é necessário citar o autor que primeiro publicou o nome em questão. O binômio deve ser escrito em itálico, seguido do nome do autor sem itálico. Os nomes dos autores, em geral, são abreviados (L. é a abreviatura de Lineu), a menos que sejam muito curtos..

Ex: *Rosaceae* Juss., *Rosa* L., *Rosa gallica* L., *Rosa gallica* var. *eriostyla* R. Keller, *Rosa gallica* L. var. *gallica*.

Quando um gênero ou um táxon de categoria inferior muda de categoria mas conserva o seu nome ou o seu epíteto, o nome do autor original tem que ser citado entre parênteses seguido do nome do autor que efetuou a mudança de categoria.

Ex. 1. *Medicago polymorpha* var. *orbicularis* L. (publicado como variedade por Lineu em 1753), quando elevado a categoria de espécie por Bartal em 1776, tornou-se *Medicago orbicularis* (L.) Bartal.

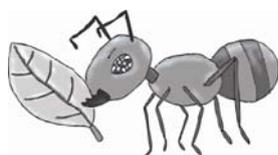
Ex. 2. *Cistus aegyptiacus* L., publicado por Lineu em 1753, quando transferido para o gênero *Helianthemum* por Mill. em 1768, passou a ser citado como *Helianthemum aegyptiacum* (L.) Mill.

Quando uma espécie é transferida para outro gênero, o epíteto específico tem de ser mantido (ver exemplos acima), a não ser que: (1) o nome binário resultante seja de um homônimo já existente; (2) que haja disponível um epíteto específico mais antigo e validamente publicado.

4.4. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE NOMENCLATURA

O desenvolvimento da sistemática filogenética levou a uma situação em que nem sempre as categorias taxonômicas tradicionais se adequam as novas propostas de classificação em construção. Da mesma forma, surgiram novas propostas de adequar os sistemas tradicionais de nomenclatura de modo a refletir os novos grupos e tendências evolutivas, como o Código Filogenético (*PhyloCode*). Neste sistema, apenas grupos monofiléticos (clados) receberiam nomes, independentemente de categoria taxonômica. Todavia, esta nova proposta ainda é controversa e não foi reconhecida pelas comunidades científicas de Botânica e Zoologia.

:: HORA DE TRABALHAR!!! ::



Pesquise na internet sobre o PhyloCode (<http://www.ohio.edu/phylocode>) e faça uma comparação com os atuais códigos de nomenclatura botânica e zoológica.

:: SAIBA MAIS... ::



Barcode – do latim ao código de barras!

Todos os organismos vivos estão sendo agora classificados de acordo com seu código de barras biológico. O novo método é chamado de “*barcoding*”, um meio mais rápido de descrever e identificar as espécies. O objetivo é desenvolver um banco de dados com informações biológicas de todas as espécies da Terra. O valor de um banco desses é enorme, principalmente quando se pensa em segurança alimentar e manejo de recursos naturais.

Inspirado no código de barras comercial, aquele mesmo utilizado em produtos no supermercado, o método é baseado no fato que cada espécie tem uma sequência única de pares de base em uma determinada região do gene mitocondrial. Dessa forma, esta região pode servir como um código de barras para distinguir as espécies, cada qual com sua própria sequência de combinações de adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T), os quatro blocos da molécula de DNA. As sequências, assim como uma impressão digital, revelam diferenças dentre as espécies.

Todas as sequências biológicas deverão ficar depositadas em um banco de dados internacional. Espera-se que nos próximos anos este banco de dados chegue a 5 milhões de sequências de cerca de 500 mil espécies que, dessa forma, poderão ser facilmente identificadas.

UNIDADE 3
COLEÇÕES BIOLÓGICAS

Uma coleção biológica é um banco de materiais (espécimes ou exemplares), geralmente preservados, com finalidade científica ou educativa, representando a diversidade de um determinado grupo biológico ou a biodiversidade de uma região. As coleções normalmente estão depositadas em museus, universidades ou institutos de pesquisa e constituem ferramentas imprescindíveis para o trabalho dos taxonomistas, servindo também como apoio indispensável para muitas outras áreas do conhecimento.

Os exemplares de uma coleção certificam os nomes dos táxons e fornecem dados acerca da distribuição geográfica e da diversidade morfológica das diferentes espécies, sendo, portanto, fundamentais para as pesquisas em sistemática. Esses acervos são de inestimável importância para as pesquisas relacionadas à diversidade, estrutura, classificação e a distribuição dos diferentes organismos, sendo reconhecidos por diversos autores como a principal fonte de conhecimento sobre a diversidade biológica.

Uma coleção, mesmo que não esteja sendo trabalhada pelos taxonomistas, funciona como um centro de documentação, constituindo um registro permanente da diversidade biológica, principalmente de áreas onde já não existe mais um ambiente natural e a biota tenha sido alterada ou destruída. Caso não existissem as coleções biológicas, os sistematas teriam como tarefa preliminar coletar material representativo dos grupos taxonômicos com os quais pretendessem trabalhar. Isto implicaria em um esforço de provavelmente alguns anos para os grupos com maior distribuição geográfica.

A situação das coleções biológicas no Brasil está longe de ser considerada adequada. Muitas delas encontram-se em condições precárias em decorrência de infraestrutura física inadequada ou da falta de recursos humanos especializados. Se mantido o quadro atual, será muito difícil para o país explorar de maneira sustentável o capital natural associado à diversidade de ecossistemas e riqueza de recursos genéticos.

As coleções biológicas desempenham um importante papel educativo, contribuindo para o treinamento de taxonomistas e na formação de biólogos. Quando associadas às exposições públicas dos museus, jardins botânicos e zoológicos, as coleções participam da transmissão dos conhecimentos acerca da biodiversidade para um público mais amplo. Deste modo, é comum observarmos a presença de estudantes visitando tais instituições. Em regiões onde não existem coleções científicas ou museus de história natural, é possível receber a visita de algumas exposições itinerantes ou mesmo visitar exposições virtuais na internet.

:: ARREGAÇANDO AS MANGAS!! ::

Conheça os sítios de alguns museus brasileiros na internet:
<http://www.pucminas.br/museu/>; <http://www.mz.usp.br/>; <http://www.museu-goeldi.br>

Para entender o funcionamento dos ecossistemas e da biosfera como um todo, o homem precisa essencialmente conhecer a sua biodiversidade. As coleções biológicas têm como papel fundamental documentar essa biodiversidade. Existem mais de 6.500 instituições que possuem coleções biológicas no mundo, englobando de 2 a 3 bilhões de espécimes. Contudo, provavelmente, jamais atingiremos a situação ideal, em que todas as espécies estejam representadas em coleções, devido à elevada riqueza de espécies que compõem a biodiversidade do planeta.

1. DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DAS COLEÇÕES BIOLÓGICAS

São reconhecidos seis períodos principais, de acordo com Whitehead (1970), no desenvolvimento histórico das coleções e museus de história natural:

- 1) Período greco-romano - Não havia coleções ou museus.
- 2) Período pré-renascentista (Idade Média) - Prevalece o interesse pelos animais fabulosos e pelas plantas com poderes curativos.
- 3) Período renascentista (1400-1600) - Surgem os precursores dos museus de história natural. Nessa época, os espécimes tinham o valor de curiosidades a serem exibidas ao público, e eram mencionados em farmacopéias e enciclopédias. Aldrovandi cria um jardim botânico e uma coleção de animais em Bologna.
- 4) Período Pré-Lineano (1600-1750) - Proliferam as coleções destinadas a classificação de objetos; os museus têm caráter particular. Em 1635 foi criado em Paris o "Jardin du Roi", cujas coleções serviram posteriormente para a fundação do Muséum National d'Histoire Naturelle por George Leclerc, mais conhecido como Buffon (1707-1788). Em Londres, o médico Sloane acumulou 100.000 espécimes zoológicos e botânicos, que posteriormente serviriam para a abertura, em 1759, do British Museum of Natural History. Albert Seba, um comerciante e boticário de Amsterdam, reuniu coleções que foram estudadas por Peter Artedi, resultando na classificação dos peixes publicada por Linnaeus. Estas, juntamente com a coleção de Ruysch, também de Amsterdam, foram posteriormente compradas pelo imperador Pedro, o Grande, e transferidas para São Petersburgo. Em 1662, William Croone, estabelece como prática o uso do álcool de vinho para a preservação de espécimes zoológicos.
- 5) Período Lineano (1750-1850) – Lineu forma uma coleção em Upsala, transferida após a sua morte para a Inglaterra. Buffon funda o Muséum National d'Histoire Naturelle, de Paris, que atinge seu auge no fim do séc. XVIII. Em 1806, a História Natural torna-se um ramo independente do British Museum. São fundados os primeiros museus norte-americanos de história natural (Academy of Natural Sciences of Philadelphia, em 1812; University of Michigan Museum of Zoology em 1838).
- 6) Período Moderno (após 1850) - As coleções científicas assumem caráter oficial, mantidas por universidades ou pelos governos. São fundados o Museum of Comparative Zoology de Harvard, por Louis Agassiz em 1859, e o United States National Museum em 1868.

Até o período Lineano, quando predominava o conceito tipológico de espécie, as coleções normalmente mantinham um único exemplar de cada espécie e os espécimes duplicados eram vendidos ou trocados. A partir do período moderno, com a constatação da existência e importância de variações intraespecíficas, as coleções passaram a acumular diversas amostras de uma mesma espécie. A quantidade de amostras depende obviamente do interesse dos pesquisadores associados à coleção, da capacidade institucional de armazenamento, do

grupo ou espécie em questão, e também do objetivo de cada coleção. Há mais coleções nos Estados Unidos que em todos os países da América Latina juntos. Os vinte maiores museus dos EUA acumulam mais de cem milhões de espécimes. Poucos museus acumulam material de todo o planeta, a grande maioria é restrita a uma área geográfica e a alguns grupos taxonômicos.

Embora tenham ocorrido algumas expedições científicas anteriores, Humboldt, em 1798, foi o primeiro naturalista a ter uma permissão oficial para coletar intensivamente na América Latina. Nos 200 anos seguintes, as coletas seguiram praticamente o mesmo padrão de Humboldt, ou seja, coletores da Europa e dos Estados Unidos percorriam a América Latina coletando espécimes que eram levados, em sua maioria para seus países. Raramente ficavam duplicatas nos países onde se realizavam as coletas. Este padrão só começou a mudar na década de 1990, com as restrições a coleta de estrangeiros nos distintos países, particularmente naqueles mais diversos. Por outro lado, o número de sistematas latino-americanos aumentou consideravelmente nos últimos 20 anos.

2. TIPOS DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS

As coleções tradicionais continham basicamente espécimes preservados de organismos completos ou de suas partes. Mais recentemente estas passaram a ser complementadas por fotos, radiografias, filmes, gravações sonoras, pegadas, ninhos, etc. As coleções vivas são cada vez mais importantes no estudo de características comportamentais, reprodutivas, bioquímicas, genéticas, bem como para os trabalhos de conservação de espécies ameaçadas. Tais coleções vivas constituem o acervo de jardins botânicos e zoológicos, parques zoobotânicos, biotérios, aquários, terrários, aviários, insetários, etc. Outra característica das coleções modernas é a preservação de amostras de tecidos, que permitem estudos genéticos e bioquímicos.

3. FORMAÇÃO DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS

As coleções biológicas geralmente têm a sua formação ligada à atividade dos sistematas que trabalham associados a estas, que por seu interesse em determinado grupo taxonômico, passam a coletar e preservar espécimes para estudo. Os sistematas ou taxonomistas também podem amostrar de forma generalizada uma biota, de modo a conhecer sua biodiversidade. Neste caso, espécimes-testemunho precisam ser depositados em uma coleção biológica. A coleta de espécimes deve ser estrategicamente planejada, visando atingir seus objetivos; todas as precauções necessárias devem ser tomadas, tais como obter as licenças para coleta, observar as questões éticas, verificar os equipamentos de coleta e acompanhar o transporte de todo o material coletado.

Os métodos de coleta e preparação de espécimes são extremamente variáveis segundo o grupo biológico amostrado e as finalidades do material. De modo geral, há dois métodos principais para o acondicionamento de espécimes em coleções biológicas: a via seca e a via úmida. A primeira é utilizada para organismos em que a secagem não altera substancialmente a sua morfologia, tais como as plantas superiores (na forma de exsiccatas), as conchas de moluscos e os insetos. A via úmida é geralmente utilizada em animais maiores, como os vertebrados, onde os tecidos moles devem passar por um processo de fixação antes de serem conservados. Os produtos mais utilizados são a solução de aldeído fórmico (formol) para a fixação, e o álcool etílico para a conservação. Os espécimes são mantidos em frascos ou tambores vedados. Para os

mamíferos e as aves, onde a pelagem e a plumagem têm grande importância taxonômica, é comumente empregada a técnica da taxidermia, que consiste na remoção dos órgãos internos e na preparação da pele em via seca.

Tradicionalmente as coleções biológicas têm sido separadas de acordo com o grupo taxonômico: herbário (plantas), ornitológica (aves), ictiológica (peixes), etc.

4. CURADORIA DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS

Curadoria de coleções é um trabalho que faz parte da formação e da experiência profissional do taxonomista. Inclui atividades como a triagem de materiais provenientes de coletas ou doações, a identificação de espécies, a catalogação e registro de espécimes, a manutenção da coleção, o atendimento aos visitantes e o intercâmbio de material com outras instituições. É responsabilidade do curador manter a coleção em bom estado de conservação, promover a identificação do material e estabelecer uma política de crescimento para a coleção. Muitas dessas atividades foram recentemente facilitadas pela informatização das coleções, através de programas especialmente desenvolvidos para a curadoria das mesmas.

As instalações físicas onde se acomodam coleções científicas devem ser também constantemente verificadas para garantir a integridade das mesmas. O prédio deve preferencialmente ser projetado e construído para abrigar coleções, de modo que as mesmas tenham garantidas as condições ideais de preservação, tais como a proteção contra poeira, umidade, luz. O item da segurança contra incêndios é fundamental, já que muitas coleções se utilizam de substâncias inflamáveis como preservativos. As coleções de tipos devem ser especialmente protegidas.

:: SAIBA MAIS... ::



Conheça a rede Specieslink que reúne dados de grande parte das coleções biológicas brasileiras, em tempo real (<http://splink.cria.org.br/>).

Agradecimentos.

Ao Professor Ricardo de Souza Rosa, pela sua inestimável contribuição na primeira versão deste capítulo e por toda a colaboração que temos mantido ao longo dos anos ministrando esta disciplina.

GLOSSÁRIO
(preparado por Ricardo S. Rosa)

Alopatria: ocorrência de populações ou espécies em áreas geográficas distintas.

Anagênese: mudanças evolutivas ao longo de uma mesma linhagem filética, ou seja, dentro de uma mesma espécie; também chamada de evolução filética.

Análise cladística: análise de relações evolutivas entre táxons baseada nos métodos da Sistemática Filogenética que fundamenta as classificações filogenéticas.

Árvore evolutiva ou filogenética: dendrograma que mostra as relações ancestral-descendente (genealogia) entre populações, espécies ou táxons superiores.

Autapomorfia: caráter derivado presente em uma única espécie ou em um único táxon terminal de um cladograma.

Autoecologia: parte da Ecologia que lida com espécies ou organismos individuais.

Barreira geográfica: acidente geográfico que limita o fluxo gênico e resulta no isolamento de populações e vicariância.

Biodiversidade: a diversidade da vida em todos os seus níveis estruturais e funcionais de organização, desde as moléculas até a biosfera como um todo.

Biologia Comparada: parte da Biologia que lida com estudos comparativos entre táxons, buscando encontrar padrões na biodiversidade e os processos que os determinam; contrasta com a Biologia Geral, centrada na abordagem mais descritiva da estrutura e processos em organismos individuais.

Bioma: grandes formações geográficas naturais caracterizadas pela biota, clima e demais fatores abióticos uniformes.

Biosfera: a camada superficial do planeta Terra, onde se desenvolvem os seres vivos; corresponde à soma de todos os ecossistemas do planeta.

Biota: o conjunto de seres vivos de uma determinada região.

Centro de origem: local de origem das espécies, do qual elas se irradiam para outras áreas; conceito central da biogeografia dispersionista.

Cladogênese: processo pelo qual uma espécie ancestral se ramifica e origina duas espécies filhas.

Cladograma: dendrograma que explicita as classificações filogenéticas embasadas em sinapomorfias.

Classificações biológicas: sistemas de organização da diversidade dos organismos em agrupamentos ou táxons, necessários à transmissão do conhecimento.

Conceito biológico de espécie: conceito empregado pela Sistemática Evolucionista, que define a espécie como um conjunto de organismos intercruzantes e isolados reprodutivamente de outros organismos semelhantes.

Conceito filogenético de espécie: desenvolvido inicialmente por George Simpson e aprimorado por sistematas da escola cladista, delimita a espécie como uma linhagem de organismos que descendem de um ancestral comum e que apresentam um destino evolutivo único.

Convergência: caracteres semelhantes adquiridos independentemente em organismos não relacionados entre si.

Criacionismo: corrente de pensamento que segue a concepção religiosa da origem divina dos seres vivos; na tradição judaico-cristã esta concepção está descrita no livro do Gênesis.

Curadoria: conjunto de procedimentos voltados para a preparação, preservação, organização e gerenciamento dos materiais que compõem o acervo de uma coleção científica.

Definição: caracterização sucinta e genérica de um táxon, empregada nos primórdios da Taxonomia (por exemplo, no *Systema Naturae* de Linnaeus).

Dendrograma: tipo de diagrama ramificado usado para representar as relações entre táxons pelas várias escolas de sistemática.

Descrição: parte de uma publicação taxonômica onde um novo táxon é descrito de forma completa, geralmente acompanhada de ilustrações.

Diagnose: texto descritivo curto que contém as características distintivas de um táxon.

Dispersão: processo envolvendo vários mecanismos pelos quais as espécies atingem novas áreas a partir do seu centro de origem; conceito central da biogeografia dispersionista.

Espécie: o termo espécie tem duas conotações em Sistemática – (1) uma das várias categorias taxonômicas utilizadas para classificar os seres vivos na hierarquia lineana e, (2) um conjunto de organismos proximamente relacionados do ponto de vista genético e evolutivo, que os sistematas reconhecem formalmente como um táxon e atribuem ao mesmo um nome de espécie; esta segunda aceção acomoda diferentes conceitos, tal como o conceito biológico e o conceito filogenético de espécie.

Espécime: organismo individual (ou parte de um organismo) retirado de uma população para estudo científico ou demonstração.

Estratigrafia: estudo geológico da seqüência das camadas de rochas e sedimentos, incluindo sua datação.

Etnobiologia: ciência que estuda as relações entre o homem e os seres vivos na perspectiva do conhecimento de comunidades tradicionais.

Extinção em massa: processo natural de redução da biodiversidade por extinção de espécies, geralmente associado a eventos catastróficos.

Fenon: grupo de organismos que exhibe semelhança morfológica ou fenotípica; geralmente postulado como táxon pela Taxonomia Numérica.

Grado: grupo de organismos com nível de organização semelhante; geralmente reconhecido como táxon pela Sistemática Evolucionista.

Fenograma: dendrograma que explicita as classificações fenéticas da Taxonomia Numérica, baseado em técnicas de análise de agrupamento por similaridade geral de caracteres.

Holomorfologia: totalidade das características e processos que formam um organismo, incluindo a morfologia, fisiologia, comportamento, entre outros, e que podem ser analisadas na perspectiva filogenética.

Homologia: um caráter é dito homólogo em dois ou mais táxons quando o mesmo está presente no ancestral comum destes táxons, isto é, tem a mesma origem evolutiva. Também se diz que dois caracteres são homólogos entre si quando um deriva do outro, ou quando os dois derivam de um mesmo caráter ancestral (ver série de transformação).

Homoplasia: um caráter é dito homoplásico (ou homoplástico) em dois ou mais táxons quando o mesmo não está presente no ancestral comum destes táxons; portanto as homoplasias são falsos indicadores de relações filogenéticas.

Indicação: informação considerada suficiente para assegurar a identidade e tipificação de um táxon na inexistência de sua descrição formal, por exemplo, uma ilustração.

Monofilético: diz-se que um grupo biológico é monofilético quando ele inclui uma espécie ancestral e todos os seus descendentes, recentes ou extintos; apenas os grupos monofiléticos são reconhecidos como táxons na Sistemática Filogenética.

Monotípico: diz-se que um táxon é monotípico quando contém uma única espécie.

Neodarwinista: escola que desenvolveu a teoria sintética da evolução, compreendida pelas formulações originais de Darwin, acrescidas dos mecanismos de herança genética e dos postulados da genética populacional.

Ontogenia: desenvolvimento de um organismo individual ao longo de sua vida.

Orogenia: processos tectônicos que dão origem às cadeias de montanhas.

Paleontologia: estudo dos organismos fósseis.

Parafilético: um táxon artificial que não inclui todos os descendentes de uma espécie ancestral.

Paralelismo: caracteres semelhantes adquiridos independentemente em organismos relacionados entre si.

Parapatría: ocorrência de populações ou espécies em áreas geográficas contíguas.

Parcimônia: princípio lógico empregado no estabelecimento de filogenias, que assume que a evolução sempre segue o caminho mais simples ou “econômico” e, portanto, privilegia as árvores filogenéticas mais curtas.

Polifilético: um táxon artificial cujos integrantes descendem de mais de uma espécie ancestral.

Província biogeográfica: cada uma das subdivisões das regiões geográficas, geralmente definidas com base na taxa de endemismo de espécies da fauna.

Região biogeográfica: cada uma das grandes divisões da Terra com base na sua biota característica.

Reversão: retorno de um caráter de uma condição derivada para sua condição primitiva. Série de transformação: mudança evolutiva de um caráter, geralmente de uma condição primitiva para uma condição derivada; a série de transformação também pode incluir múltiplas transformações de um caráter, que é então denominado multi-estados.

Simpatria: ocorrência de populações ou espécies na mesma área geográfica.

Simplesiomorfia: um estado primitivo de caráter compartilhado por dois ou mais táxons.

Sinapomorfia: termo estabelecido por Hennig para designar um estado derivado de caráter compartilhado por dois ou mais táxons.

Sinonímia: na nomenclatura biológica, dois ou mais nomes distintos aplicados a um mesmo táxon.

Táxon: um grupo de organismos reconhecido como uma entidade natural distinta de outros grupos e que pode receber um nome em alguma categoria da hierarquia lineana; o plural taxa foi aportuguesado para táxons.

Taxonomia: área da biologia que lida com a descrição, identificação e classificação dos táxons; muitas vezes considerada um sinônimo de sistemática, mas tida como menos abrangente que esta última.

Tectônica de Placas: teoria no campo das geociências que explica a movimentação de grandes unidades da crosta terrestre, denominadas placas tectônicas, e a consequente movimentação dos continentes e bacias oceânicas.

Tipologia: abordagem obsoleta na sistemática, baseada na idéias aristotélicas, que não atentava para as variações intra-específicas, e considerava todos os indivíduos de uma espécie como meras cópias de um tipo ideal.

Varição clinal: mudança gradual de caracteres sistemáticos ao longo de populações contíguas.

Vicariância: processo biogeográfico pelo qual uma biota ancestral contínua divide-se em duas ou mais unidades, consequentemente separando as populações que originalmente a ocupavam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, J. H. 1995. Species diversity. In: Myers, A. A. & Giller, P. S (eds.). Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions. London: Chapman & Hall. p.57-89.
- Caponi, G. 2009. A marcha da natureza e seus descaminhos. *Ciência Hoje* 42 (250): 71-73.
- Cox, C. B. 2001. The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography* 28: 511-523.
- Cox, C. B. & Moore, P. D. 2005. *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. 7ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell Publishing. 428p.
- Futuyma, D. J. 1992. *Biologia evolutiva*, 2ª ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq. 631p.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematics*. Urbana: University of Illinois Press. 263p.
- International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). 2006. (<http://ibot.sav.sk/icbn/main.htm>, acesso dezembro 2010).
- International Commission on Zoological Nomenclature. 2004. *International Code of Zoological Nomenclature*. 4th ed. (<http://www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code/index.jsp>, acesso dezembro 2010).
- Jeffrey, C. 1976. *Nomenclatura biologica*. Herman Blume ediciones, Madri. 1ª ed. Española. 80p.
- Judd, W. S.; C.S.Campbell; E.A.Kellogg; P.F.Stevens & M.J.Donoghue. 2009. *Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético*. Tradução A.Olmos Simões et al. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 632 p.
- Kious, J. & Tilling, R. I. 1994. *This Dynamic Planet: a history of plate tectonics*. Washington DC: U.S. Geological Survey (USGS) and the Smithsonian Institution. 77p (URL: <http://pubs.usgs.gov/publications/text/index.html>, acesso novembro 2010).
- Lomolino, M.V.; Riddle, B.R. & Brown, J.H. 2006. *Biogeography*. 3rd ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
- Matioli, S.R. (ed.). 2001. *Biologia molecular e evolução*. Ribeirão Preto: Holos, Editora. 202p.
- Myers, A. A. & Giller, P. S. 1995. Process, pattern and scale in biogeography. In: Myers, A.A. & Giller, P.S (eds.). *Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. London: Chapman & Hall. p.3-12.

- Overbecka, G. E.; Müllerb, S. C.; Fidelisa, A.; Pfadenhauera, J.; Pillarb, V. D.; Blancob, C. C.; Boldrinic, I. I.; Bothd, R. & Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101–116.
- Raven, P.H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S.E. 2007. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. Tradução da sétima edição.
- Rios, R. I. 2009. Darwin: muito famoso e pouco lido. *Ciência Hoje* 42 (250): 66-68.
- Rosa, R.S. & Barbosa, M.R.V. 2008. Fundamentos de Sistemática e Bioogeografia. In: Silva, A.F. et al. *Cadernos Cb virtual* 1. Recife, Liceu. P. 181-232.
- Santos, C.M. D. 2008. Os dinossauros de Hennig. *Scientiæ studia* 6 (2): 179-200.
- Simmons, J.E. & Muñoz-Saba, Y. 2006. The future of collections: an approach to collections management training for developing countries. *Collection Forum* 20(1–2):83–94.
- Whitehead, P.J.P. 1970. Museums in the history of zoology. *Museums Journal* 70(2):50–57.



Homenagem ao Pólo de Apoio Presencial
de São Bento, Paraíba.