

O cemitério dos dinossauros I e II

CONCEITOS A EXPLORAR

Biologia

Teoria da evolução.

Processos de fossilização.

História geológica da Terra.

Isolamento geográfico, fluxo gênico e diversificação da vida.

Geografia

Metodologia de pesquisa científica e leitura da paisagem natural.

Climas e paleoclimas.

Distribuição dos seres vivos: vegetais (fitogeografia) e animais (zoogeografia).

Formação e mapeamento geológico da Terra; teoria da deriva continental; processo de sedimentação.

Filosofia

Metodologia do pesquisador em ciências naturais e suas tecnologias, em campo e no laboratório.

Avanço do conhecimento científico por meio de contribuições individuais e de trabalhos em equipe.

Relação entre os saberes praticados nas Ciências Naturais e suas tecnologias e aqueles praticados na Filosofia.

COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

Biologia

Ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico.

Exprimir-se oralmente com correção e clareza, usando a terminologia correta.

Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.

Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais.

Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar.

Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais.

Compreender e utilizar a ciência como elemento de interpretação.

Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas e relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.



Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propõe solucionar.

Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.

Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças e construindo generalizações.

Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos. Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).

Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.

Geografia

Reconhecer os fenômenos espaciais a partir de seleção, comparação e interpretação, identificando as singularidades ou generalidades de cada lugar, paisagem ou território.

Reconhecer na aparência das formas visíveis e concretas do espaço geográfico atual a sua essência, ou seja, os processos históricos, construídos em diferentes tempos, e os processos contemporâneos, conjunto de práticas dos diferentes agentes, que resultam em profundas mudanças na organização e no conteúdo do espaço.

Compreender e aplicar no cotidiano os conceitos básicos da Geografia.

Filosofia

Elaborar por escrito o que foi apropriado de modo reflexivo.

Debater, tomando uma posição, defendendo-a com argumentos e mudando de posição face a argumentos mais consistentes.

Articular conhecimentos filosóficos e diferentes conteúdos e modos discursivos nas Ciências Naturais e Humanas, nas Artes e em outras produções culturais.

INTERFACE COM OUTRAS DISCIPLINAS

História

História das Ciências Naturais, da técnica e da tecnologia.

Trajetória do ser humano na reconstituição de seu passado natural.

Estudo de sítios arqueológicos.

Química

Métodos de análise do material coletado em afloramentos nos quais é provável a existência de vestígios de dinossauros.

SUGESTÕES PARA EXPLORAR O VÍDEO

Biologia

José Mariano Amabis

Estudo da evolução

A valorização da pesquisa de campo nesse vídeo contribui para despertar o interesse dos alunos pelo tema. Tanto os pesquisadores quanto o apresentador comentam com entusiasmo os desafios da pesquisa científica, o prazer do pesquisador em seu trabalho diário e a importância de conhecer a história passada da Terra.

Utilize o documentário para discutir, com base em exemplos concretos, conceitos importantes a respeito da evolução da vida na Terra, tais como:

- fósseis são evidências da vida passada;
- a localização de um fóssil em uma rocha sedimentar pode ser usada para avaliar a idade relativa do fóssil;
- os fósseis fornecem evidências a respeito da geografia e do clima da época;

- o modo de vida de um organismo extinto pode ser identificado a partir do estudo de seus fósseis;
- a história da Terra é organizada em uma escala de tempo geológico;
- o registro fóssil mostra a evolução de diferentes organismos no decorrer do tempo;
- em ambientes isolados entre si, os organismos evoluem de modo diverso, originando espécies diferentes.

Uma questão bem explorada no filme trata do fato de as faunas de dinossauros da África e da América terem se diferenciado após a separação desses continentes. Esse é um bom 'gancho' para desenvolver o tema da **diversificação das populações**, que ocorre quando o fluxo gênico é interrompido por barreiras geográficas.

Experiência

Faça com os alunos uma simulação da formação de fósseis, ajudando-os a compreender esse processo e a observar como a cobertura por sedimentos contribui para preservar vestígios de seres vivos.

Material

Para cada grupo de quatro a seis estudantes utilize:

- 3 blocos de açúcar, retangulares ou com forma de objetos;
- 1 copo de pó de gesso;
- 3 copos plásticos grandes;
- 2 copos plásticos pequenos, de tamanho suficiente para acomodar com folga um bloco de açúcar;
- água;
- toalha de papel.

Procedimento

Oriente o trabalho dos grupos, dando as instruções:

- Adicione água ao gesso gradativamente, até obter uma pasta bem densa.
- Coloque um pouco da pasta de gesso em um copo pequeno e pressione sobre ela um dos blocos de açúcar, até enterrá-lo parcialmente, deixando a parte superior exposta. Espere o gesso endurecer.
- Coloque um pouco da pasta de gesso em um segundo copo e pressione sobre ela um dos blocos de açúcar até enterrá-lo parcialmente; adicione mais pasta de gesso, de modo a cobrir totalmente o bloco de açúcar. Espere o gesso secar e solidificar.

- Após a secagem completa do gesso, corte os copos e remova as peças.
- Encha parcialmente com água os três copos grandes. Coloque em um deles um bloco de açúcar. Coloque no segundo copo o bloco de gesso com a peça de açúcar parcialmente enterrada, e no terceiro copo o bloco de gesso com a peça de açúcar totalmente coberta.
- Aguarde cerca de 30 minutos, agitando levemente a água de vez em quando.
- Anote o que aconteceu com o bloco de açúcar totalmente descoberto. Remova a peça de gesso do segundo copo e observe o que aconteceu com o outro bloco de açúcar. Remova a terceira peça de gesso do copo, enxugue-a e quebre-a com cuidado, para não fragmentá-la muito.
- Observe e registre o que aconteceu.

Conclusão

Terminada a experiência, peça para os estudantes responderem às seguintes questões:

1. Em qual dos copos **não** restaram evidências visíveis do pedaço de açúcar? Em qual dos copos restou apenas uma evidência parcial? Em qual dos copos ficou um vestígio da forma geral do bloco de açúcar?
2. Com base nessa experiência, o que precisa acontecer para que evidências de um organismo sejam preservadas após sua morte?

A linha do tempo geológico

É sempre difícil lidar com dimensões de tempo ou de espaço muito grandes, distantes de nosso dia-a-dia, como no caso do processo que envolve a evolução. Fica um pouco mais fácil compreender se compararmos com situações mais próximas.

Por exemplo: experimente comparar a idade da Terra, estimada em cerca de 4 e meio bilhões de anos ($4,5 \times 10^9$ anos), com a idade de uma pessoa de 45 anos. Nesse caso, cada ano de vida da pessoa corresponde a 100 milhões de anos, e cada três meses a 25 milhões de anos.

Os dinossauros, que viveram de cerca de 200 milhões a cerca de 65 milhões de anos atrás, teriam surgido quando a pessoa tinha 43 anos e desaparecido há apenas 4 meses, quando a pessoa tinha cerca de 44 anos e 8 meses.

Proponha aos alunos a construção de um painel da escala de tempo da existência da Terra, em comparação com uma pessoa de 45 anos, registrando os eventos mais marcantes da evolução da vida no planeta, como:

- origem dos primeiros seres vivos;
- origem dos organismos eucarióticos;
- origem dos animais multicelulares;
- origem dos primeiros vegetais terrestres;
- origem dos vertebrados;
- origem dos dinossauros;
- origem dos mamíferos;
- extinção dos dinossauros;
- origem do homem moderno etc.

(Essas informações podem ser encontradas em livros didáticos ou em enciclopédias.)

Geografia

Jaime Tadeu Oliva

O vídeo ajuda a explicar como podemos estudar o passado do planeta a partir das marcas que restaram no presente. Uma forma de procurar entender esse passado pode ter como elemento central o cli-

ma. Os paleoclimas (climas pretéritos) são os responsáveis, por exemplo, pelo ambiente do atual deserto do Saara, onde as condições climáticas mudaram muito.

Tipos climáticos da Terra

Ao longo do tempo geológico ocorreu toda uma série de mudanças climáticas. Atualmente existem evidências de variações no comportamento climático, mas elas não indicam necessariamente uma mudança: são flutuações em períodos inferiores a 30-35 anos (padrão de tempo em que são definidas as normais climáticas). Uma mudança envolve, em última análise, alteração na circulação geral da atmosfera.

O estudo das mudanças climáticas e de suas causas cobre com relativa segurança os últimos 500 a 600 milhões de anos. Depende basicamente de fósseis e de alguns indicadores não-biológicos (como processos de sedimentação, por exemplo).

Segundo J.O. Ayoade, três grupos principais de indicadores evidenciam a ocorrência de climas diferentes no passado e, portanto, de mudanças climáticas:

- **Biológicos:** os fósseis podem indicar exigências climáticas de determinado grupo da fauna ou da flora (embora a fossilização seja seletiva e possam ter ocorrido adaptações dos organismos às variações climáticas), como aparece no vídeo. Por exemplo, as árvores possuem anéis mais largos ou mais estreitos, de acordo com as condições mais ou menos favoráveis a seu desenvolvimento, e isso pode dar indícios a respeito do clima em que elas cresceram.

Litogenéticos: inclui aluviões lacustres (depósitos sedimentares conhecidos como 'varvitos'); evaporitos (depósitos de sal); e processos de intemperismo (laterização). O varvito é composto de camadas claras e escuras em tons de cinza; sua ocorrência está associada à proximidade de geleiras continentais. O material mais claro, mais grosseiro, se deposita no degelo de verão, enquanto no inverno se forma a camada mais escura e fina. O número de camadas revela quanto tempo levou a formação e sob quais condições climáticas. No estado de São Paulo há depósitos de varvito na região de Itu, indicando que no passado houve geleiras na região.

- **Morfológicos:** corresponde a formas residuais de relevo (praias, dunas, morenas, terraços fluviais, morros-testemunho). As dunas e antigas praias podem indicar a ação de um ambiente árido. As morenas (ou morainas) são blocos e argilas carregados por geleiras e sugerem a ocorrência de glaciação. Os terraços e morros-testemunho (elevações isoladas, desgastadas lateralmente) podem apontar períodos mais úmidos.

Fatores de mudança

As mudanças climáticas envolvem a dinâmica de todos os grandes sistemas do planeta (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera), como por exemplo:

- **Causas terrestres:** migração polar e deriva continental; mudanças na topografia; variações na composição atmosférica; mudanças na distribuição das superfícies continentais e hídricas; varia-

ções na cobertura vegetal.

- **Causas astronômicas:** mudanças na órbita terrestre, nos equinócios e na obliquidade do plano da elíptica.
- **Causas extraterrestres:** variações na quantidade de radiação solar e na capacidade de absorção de radiação solar exterior à atmosfera terrestre.

O climas do passado

Era	Período	Idade por meio de radiatividade (em milhões de anos)	Clima
Quaternária	Recente (Holoceno) Pleistoceno	1	Glaciações nas latitudes temperadas.
Terciária	Plioceno Mioceno Oligoceno Eoceno	13 30 60 -	Moderadamente frio. Moderado. Moderado para moderadamente quente. Moderado tornando-se quente.
Mesozóica	Cretáceo Jurássico Triássico	110 155 190	Moderado. Moderadamente quente a invariável. Moderadamente quente e invariável.
Paleozóica	Permiano Carbonífero Devoniano Siluriano Ordoviciano Cambriano	210-240 260-300 310-340 340 400 510	Glacial a princípio, tornando-se moderado. Moderadamente quente a princípio, tornando-se glacial. Moderado, tornando-se quente. Moderadamente quente. Moderado para quente. Frio, tornando-se moderadamente quente.
Pré-Cambriana		560	Glacial.

Fonte: Giansanti & Oliva, 1996.

Acredita-se que, ao longo do **último bilhão de anos**, predominaram as condições climáticas moderadamente quentes (sem ocorrência de glaciações). Essa tendência foi interrompida por duas idades glaciais anteriores ao Pleistoceno, no último milhão de anos.

Há cerca de **300 a 350 milhões de anos**, geleiras continentais recobriam parte significativa da América do Sul, da África, da Índia, da Austrália e da Antártida, que ainda compunham uma mesma massa continental (chamada Gondwana).

Entre **600 a 800 milhões de anos** ocorreu o mesmo na Groenlândia, na África, na Austrália e na Ásia.

De **500 a 350 milhões de anos** atrás ocorreu um período de altas temperaturas; depois disso, a tendência tem sido o resfriamento (com destaque

para as glaciações pleistocênicas, no último milhão de anos).

Há **8,5 mil anos**, as geleiras da Europa recuaram até suas posições atuais; na América do Norte, isso ocorreu há cerca de **7 mil anos**.

Há **2.800 anos** e também mais tarde, há **350 anos**, houve períodos marcantes de declínio de temperatura. O último desses períodos, de 1550 a 1850 da era cristã, ficou conhecido como **Pequena Idade do Gelo**.

Após a Segunda Guerra Mundial, a tendência de resfriamento se inverteu e passou a haver um aumento das médias de temperatura (provavelmente em consequência da ação humana: uso de combustíveis fósseis, testes nucleares etc., mas esse ponto ainda é polêmico entre os estudiosos).

Atividade

Organize um roteiro para seus alunos investigarem o passado de paisagens naturais contemporâneas. A pesquisa não precisa ter, obviamente, o nível de detalhamento do trabalho realizado pela equipe do vídeo, mas sem dúvida é possível fazê-la em qualquer lugar.

O roteiro precisa partir do conhecimento das características da região a ser investigada: estrutura geológica, condições climáticas, vegetação etc. Conhecer bem o presente é condição para

levantar ocorrências diferentes no passado. Há muitas regiões do Brasil com ocorrências desse tipo, por exemplo:

- Manchas expressivas de ecossistemas de cerrado na região de São Paulo, indo até o estado do Paraná (vegetação de áreas mais secas não deveriam estar nesse território, que é úmido; sua presença é indicio de grandes períodos de clima mais seco no passado).
- Presença de manchas de araucária, uma espé-



Atividade

cie arbórea das regiões frias e temperadas do sul do Brasil, em regiões quentes, como norte de São Paulo, sul de Minas, Espírito Santo e Rio de Janeiro, indicando a ocorrência de climas frios no passado.

- Fósseis marinhos em áreas continentais (con-

chas, peixes incrustados em rochas etc.) indicam que antigamente a distribuição de terras e mares era diferente da atual.

- Presença significativa de rochas vulcânicas indica derramamento de vulcões hoje extintos, mas que existiram em outras épocas em território brasileiro.

Filosofia

Walmir Thomazi Cardoso

O vídeo relata a verdadeira saga de uma expedição científica comandada por um paleontólogo jovem, porém experiente, chamado Paul Sereno. Talvez os estudantes se perguntem o que há de filosofia em paleontologia, e essa dúvida pode servir de pretexto

para mostrar que a filosofia se interliga com todas as áreas do conhecimento, e que podemos encontrá-la até mesmo em fósseis de 65 milhões de anos.

Os temas mais evidentes dizem respeito à filosofia da ciência e à metodologia de pesquisa empregada.

Atividades

1. Para destacar a metodologia de pesquisa, proponha aos estudantes a elaboração de um mapa dos conceitos-chave utilizados pelos paleontólogos:

- busca da região adequada;
- avaliação do solo;
- triagem da área de acordo com um critério de nomenclatura;
- coleta sistemática empregando instrumental adequado;
- uso de moldes para preservar e transportar as peças mais delicadas;
- limpeza, identificação e embalagem do material;
- posterior limpeza e reclassificação do material.

2. Sugira a comparação entre o trabalho mostrado no vídeo e o que era feito pelos paleontólogos há algumas décadas. Relate o caso de René

L'Avocat, que, em 1954, explorou praticamente sozinho, em busca de fósseis, a mesma região em que hoje trabalha uma equipe inteira de pesquisadores (a equipe de Sereno). Essa comparação serve essencialmente para mostrar que a ciência não avança sem a colaboração coletiva, que tem se tornado cada vez mais imprescindível.

3. Leve os alunos a comparar o trabalho de coleta realizado no campo com o que é feito no laboratório, chamando a atenção para as diferenças de metodologia.

4. Peça para os alunos pesquisarem a metodologia de trabalho de outras áreas do saber humano. Eles podem apresentar painéis, mostrando como áreas diferentes do conhecimento usam metodologias distintas, comparando também seu próprio trabalho.

Consulte também

AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1992.

BURTT, Edwin A. *As bases metafísicas da ciência moderna*. Brasília, UnB, 1983.

CHALMERS, Alan. *A fabricação da ciência*. São Paulo, Unesp, 1994.

———. *O que é a ciência, afinal?* São Paulo, Brasiliense, 1997.

DAVIES, Paul. *A mente de Deus*. São Paulo, Ediouro, 1994.

DAWKINS, R. *O relojoeiro cego*. Lisboa, Edições 70, 1986.

———. *A escalada do monte improvável. Uma defesa da teoria da evolução*. São Paulo, Companhia das Letras, 1998.

FOUREZ, Gérard. *A construção das ciências*. São Paulo, Unesp, 1995.

GIANSANTI, Roberto & OLIVA, Jaime T. *Espaço e modernidade – Temas da Geografia Mundial*. São Paulo, Atual, 1996.

GOULD, S.J. *Seta do tempo, ciclo do tempo; mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. São Paulo, Companhia das Letras, 1991.

———. *Viva o brontossauro. Reflexões sobre História Natural*. São Paulo, Companhia das Letras, 1992.

———. *Dinossauro no palheiro. Reflexões sobre História Natural*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1978.

———. *A tensão essencial*. Lisboa, Edições 70, 1989.

MARTHO, G. *A evolução dos seres vivos*. São Paulo, Scipione, 1988.

MAYR, E. *Populações, espécies e evolução*. Tradução de Hans Reichardt. São Paulo, Nacional/Edusp, 1977.

MOLES, Abraham. *As ciências do impreciso*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1995.

RONAM, Colin A. *História ilustrada da ciência*. 4 volumes. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1987.

ROSSI, Paolo. *Os filósofos e as máquinas*. São Paulo, Companhia das Letras, 1989.

———. *A ciência e a filosofia dos modernos*. São Paulo, Unesp, 1992.

TATON, R. *História geral das ciências*. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1959.