



FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO  
DO ENSINO DE CIÊNCIAS

# *guia do professor* *de* **BIOLOGIA**

*vol. II*

**BSCS – VERSÃO VERDE**



EDART-SÃO PAULO — LIVRARIA EDITORA LTDA.



**EDART-SÃO PAULO**

Fundação Brasileira  
para o Desenvolvimento  
do Ensino de Ciências



**BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY**

**GUIA  
DO PROFESSOR  
DE BIOLOGIA**

**BSCS - VERSÃO VERDE  
VOL. II**



**EDART-SÃO PAULO**

1973

direção editorial  
de Washington Helou

gerência editorial  
de Antonio Orzari

FICHA CATALOGRAFICA

(Preparada pelo Centro de Catalogação-na-fonte,  
Câmara Brasileira do Livro, SP)

A537g  
v.1-2  
American Institute of Biological Sciences.  
Biological Sciences Curriculum Study.  
Guia do professor de biologia | traduzido e  
adaptado | São Paulo, EDART, 1973—  
v. (BSCS. Versão verde)  
Vol. 2: 1.ª ed.  
Bibliografia.  
1. Biologia (2.º grau) — Manual do pro-  
fessor. I. Título.  
73-0489 CDD-574

Índice para catálogo sistemático:

1. Biologia 574



EDART-SÃO PAULO  
LIVRARIA EDITORA LTDA

INDICE GERAL

Introdução	G VII
SUGESTÕES ESPECÍFICAS PARA TEXTO E O LABORATÓRIO	
Terceira Unidade: Padrões de Vida na Biosfera	G 1
Capítulo 7 PADRÕES DE VIDA NO MUNDO MICROSCÓPICO	
Idéias Fundamentais	G 2
Planejamento	G 3
Orientação Geral	G 3
Algumas Notas	G 4
Materiais Suplementares	G 14
Capítulo 8 PADRÕES DE VIDA TERRESTRE	
Idéias Fundamentais	G 15
Planejamento	G 15
Orientação Geral	G 16
Algumas Notas	G 16
Material Suplementar	G 28
Capítulo 9 PADRÕES DE VIDA NA ÁGUA	
Idéias Fundamentais	G 34
Orientação Fundamental	G 34
Algumas Notas	G 35
Capítulo 10 PADRÕES DE VIDA NO PASSADO	
Idéias Fundamentais	G 44
Planejamento	G 45
Orientação Geral	G 45
Algumas Notas	G 46
Capítulo 11 A GEOGRAFIA DA VIDA	
Idéias Fundamentais	G 51
Orientação Geral	G 51
Algumas Notas	G 52
APÊNDICE: RELAÇÃO DE MATERIAL PARA OS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO	G 54

Traduzido e adaptado por:

Natalino F. Martins  
Norma Maria Cleffi  
Rosicler Martins Rodrigues

Desenhos do BSCS de:  
Mário Eduardo Iervolino



Fundação Brasileira  
para o Desenvolvimento  
do Ensino de Ciências

*Presidente do Conselho Superior* – Prof. Marcelo de Moura Campos. *Presidente do Conselho Científico* – Prof. Oscar Sala. *Diretoria*: Prof. Antonio de Barros Ulhôa Cintra, Prof. Jayme Arcoverde de Albuquerque Cavalcanti, Prof. José Reis, Prof. Heitor de Souza e Prof. Adolfo Ribeiro Netto. *Junta Executiva*: Prof. Antonio de Souza Teixeira Jr., Profa. Maria Julieta S. Ormastroni e Prof. Ernesto Giesbrecht. *Setor Editorial*: Profa. Desna Celoria.

---

Guia do Professor do BSCS — Biologia Verde — vol. II cujos direitos foram cedidos pela FUNBEC — Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências à EDART — São Paulo Livraria Editora Ltda. Proibida a reprodução total ou parcial do texto e das ilustrações.

## INTRODUÇÃO

Este Guia, que acompanha o segundo volume da Versão Verde, consta de duas partes: "Sugestões Específicas para o Texto e o Laboratório" e um Apêndice, onde estão relacionados os materiais e equipamentos necessários para o trabalho experimental.

Aqueles que, desconhecendo o primeiro volume da série, quiserem saber da filosofia que norteia os trabalhos produzidos pelo Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), dos objetivos e da estrutura global dos três volumes da Versão Verde encontrarão informações na Parte 1 do primeiro volume desta série.

É importante chamar novamente a atenção para dois aspectos do livro do aluno. Provavelmente, alguns professores encontrarão dificuldade em fazer com que seus alunos realizem, com proveito, todas as investigações. A maioria delas é de grande simplicidade e depende exclusivamente de material de baixo custo. Algumas, porém, precisam de organismos e equipamentos que poderão não ser acessíveis a todas as escolas. O professor, que estiver familiarizado com o livro, poderá omitir ou substituir os exercícios que apresentarem maiores dificuldades.

Cada capítulo termina com uma série de problemas. Estes obedecem a um gradiente de dificuldade. Muitos podem ser resolvidos com bibliografia acessível aos alunos da escola secundária. Outros dependem de bibliografia especializada. Não é importante que todos os estudantes empenhem-se em resolver todos os problemas. O professor poderá selecionar os que achar mais pertinentes ao adiantamento de seus alunos e distribuí-los entre as equipes, que apresentarão os resultados à classe na forma de seminários.

É fundamental que o Curso de Biologia leve os estudantes a usarem em novas situações os conhecimentos que adquiriram e as habilidades que desenvolvêram no estudo do texto e nas discussões gerais. Sem vivência em laboratório e sem consulta a livros complementares, nenhum Curso de Biologia será realmente efetivo, pois limitar-se-á a dar aos alunos um aglomerado de informações, sem refletir o caráter investigador que caracteriza a Ciência.






SUGESTÕES ESPECÍFICAS PARA O TEXTO E O LABORATÓRIO


## TERCEIRA UNIDADE

### PADRÕES DE VIDA NA BIOSFERA



Não há solução de continuidade entre esta unidade e a que conclui o Vol. I da edição brasileira da Versão Verde. A ênfase na diversidade dos seres vivos termina com o estudo dos protistas (Capítulo 6), mas estes organismos continuam sendo o centro da atenção no Capítulo 7, onde passam a ser analisados do ponto de vista ecológico.

A introdução à Terceira Unidade deveria ser suficiente para o estudante perceber que se voltou à ecologia, mas o uso, no título, do termo "padrões" pode causar confusão, por ser ambíguo. Os alunos, influenciados pelo estudo da Segunda Unidade, poderão pensar em padrão taxinômico. Cabe ao professor alertá-los.



## CAPÍTULO 7

## PADRÕES DE VIDA NO MUNDO MICROSCÓPICO

## IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Existem microrganismos em todos os ecossistemas naturais e, em regra, seus padrões de distribuição não são afetados pelos aspectos geográficos.
2. As doenças não são apanágio da espécie humana. Constituem um atributo universal dos seres vivos. Uma doença infecciosa é uma relação ecológica entre dois organismos e, por isso, só pode ser bem compreendida quando encarada do aspecto ecológico.
3. Virulência é uma característica do agente patogênico. Resistência é característica dos organismos afetados pelos agentes patogênicos. O ambiente, no qual há o encontro do agente patogênico com o hospedeiro, é um terceiro fator na causa da doença.
4. Doenças diferentes prevalecem em diferentes regiões da Terra, em resultado de condições ecológicas diversas. Para algumas doenças, uma condição ecológica necessária é a presença de vetores adequados.
5. O solo é um ecossistema constituído por organismos, restos orgânicos e substâncias inorgânicas. Embora os grandes organismos sejam os mais evidentes, os seres microscópicos têm papel muito importante neste ecossistema.
6. As interrelações nas comunidades, discutidas no Capítulo 3, também existem nas comunidades de solo.
7. Os microrganismos são sensíveis à natureza química dos ecossistemas onde vivem. A ionização, especialmente a que resulta em alteração no pH, é um processo químico muito importante para os ecossistemas de solo.
8. O ciclo biogeoquímico do nitrogênio depende das atividades de microrganismos do solo.
9. Grande parte da devolução de outros elementos ao meio abiótico também é realizada por microrganismos do solo. A velocidade de decomposição varia com o tipo de solo e com a natureza da substância que está sendo decomposta.

## PLANEJAMENTO

É necessário:

Preparar as placas de Petri com meio de cultura para a Investigação 7. 1.

Conseguir plantas e cultura de Agrobacterium tumefaciens (ou substituto) para a Investigação 7. 2.

Providenciar as soluções que serão usadas na Investigação 7. 3.

Providenciar material para a Investigação 7. 4.

Providenciar sementes para a Investigação 8. 1.

Preparar a caixa térmica para a Investigação 8. 1.

A Investigação 8. 2 será simplificada se os estudantes tiverem grades semelhantes às usadas nos climatogramas das páginas 42, 46, 50 e 53, isto é, com 12 divisões horizontais e 18 verticais. Uma dessas grades pode ser desenhada em estêncil e mimeografada.

## ORIENTAÇÃO GERAL

A Investigação 7. 1 motiva o estudo de um capítulo longo, com poucas figuras e um bom número de idéias, que exigirá um andamento mais lento do que o necessário para a Segunda Unidade.

A leitura do capítulo pode ser subdividida nas seguintes partes: (1) pp. 4 - 16 (questões 1 a 11); (2) pp. 18 - 20, 22 - 23, (questões 13 a 18); (3) pp. 26 - 32 (questões 19 a 22).

As Investigações 7. 2 e 7. 4 são demoradas e ultrapassarão o tempo necessário para o estudo do texto. É possível que investigações do Capítulo 6 (se o Vol. I tiver sido dado no mesmo ano) estejam ainda em andamento. Devido a essa superposição de diversas experiências, manter o interesse dos alunos e impedir que surjam confusões exigem muita atenção por parte do professor.

Em todos os programas de Ciências, profilaxia e conservação dos solos são considerados tópicos importantes. O mesmo pensam os autores da Versão Verde, porém, se pretendemos que os estudantes não fiquem limitados à recitação mórbida de sintomas de doenças ou de prescrições "corretas" para conservação do solo, é preciso levá-los a entender os conceitos incorporados nos termos "solo" e "doença", isto é, a entender o significado biológico dessas palavras.

Naturalmente, é necessário aplicar esses conceitos a situações locais. Por exemplo: que tipo de solo enfrentam os agricultores de sua região? Solos pantanosos ou solos áridos, ácidos, alcalinos, arenosos ou ainda pobres em húmus?

Em muitas situações urbanas a tuberculose ainda é uma doença infecciosa importante; use esse exemplo para salientar os conceitos de transmissão, sintomas, virulência, resistência, epidemiologia. Que aconteceu com a febre amarela no Rio

de Janeiro? Com a malária no Pará? Com o cólera em São Paulo? Mesmo os compêndios mais volumosos não podem tratar adequadamente todos os problemas locais ou regionais. Só um bom professor pode conseguir isso.

Os vários grupos de organismos mencionados no Capítulo 7 deverão ser situados no mesmo esquema de classificação usado no Apêndice II (Vol. I).

Uma última sugestão: as investigações devem ser o centro da apresentação deste capítulo. As discussões sobre o trabalho de laboratório permitirão introduzir os principais conceitos.

#### ALGUMAS NOTAS

##### Investigação 7 . 1

##### Microrganismos de Diversos Ambientes da Escola

(pp. 3 - 4)

##### Material

Cada placa de Petri deve conter 15 ml de meio de cultura. As quantidades abaixo permitem preparar 66 placas:

- 1 litro de água (de preferência destilada)
- 5 gramas de peptona
- 3 gramas de extrato de carne
- 15 gramas de ágar-ágar

##### Procedimento

O ideal seria que cada estudante recebesse uma placa, mas o trabalho pode ser feito por equipes. Se houver várias equipes, diversas placas deverão ser expostas em um mesmo local, para se ter uma média dos resultados.

Além da contagem de todas as colônias, os dados podem ser classificados em diversas categorias: número de colônias de bactérias, número de colônias de fungos, número de tipos de colônias de bactérias, número de tipos de colônias de fungos e número de colônias de cada tipo conseguido. Deixe que os estudantes decidam como distinguir as colônias de fungos das colônias de bactérias.

O tipo de meio de cultura utilizado e a temperatura influem no desenvolvimento das colônias. O meio usado neste exercício é favorável ao crescimento de muitas populações. A temperatura ideal é 37°C, mas em temperatura ambiente os resultados também são bons, embora exijam mais tempo. Para a maioria das espécies patogênicas são necessários meios especiais (por exemplo, sangue-ágar).

**PRECAUÇÃO:** Apesar disso, organismos patogênicos podem desenvolver-se em meio de ágar comum. Por isso, as placas usadas na Investigação devem permanecer tampadas, mesmo durante a contagem das colônias. Só devem ser abertas

para lavagem depois de esterilizadas.

##### Discussão

(2) e (3) Os resultados variam de uma escola para outra e mesmo na mesma escola, de um ano para outro.

(6) Voltamos à idéia da diversidade das espécies. Em geral, placas expostas em ambientes com populações pequenas, mas de grande diversidade têm maior probabilidade de colher microrganismos patogênicos. Não é necessário mais do que uma bactéria para iniciar uma colônia e, quanto maior a diversidade de tipos, maior a probabilidade de "coletar" um indivíduo que seja patogênico. Considerando-se o total de espécies de microrganismos da natureza, são raros os agentes patogênicos para a espécie humana.

(1), (7) e (9) Todos esses itens referem-se à metodologia. É importante padronizar o tempo de exposição da placa para obter um censo mais uniforme. Em segundo lugar, é importante ter várias amostras do mesmo local, porque os resultados serão mais representativos da população. As precauções acima respondem a questão 9.

#### MICRÓBIOS E DOENÇAS

(pp. 5-16)

Este trecho tenta fazer com que os estudantes encarem as doenças cientificamente. Eles estão sempre prontos a contar os sintomas apresentados por seus amigos e parentes e para testemunhar curas milagrosas. Impedir de todo que isto aconteça, poderá cortar o interesse. Ao contrário, o professor deve usar essa motivação natural para guiar seus alunos nas discussões sobre princípios gerais. O trecho supõe que todos os estudantes já saibam alguma coisa sobre muitas doenças humanas. Para dar ênfase ao fato de serem as doenças um fenômeno biológico universal, é conveniente mencionar doenças de plantas e animais tão freqüentemente quanto possível.

p. 7, § 2: Tanto nas alergias como nas infecções, os organismos reagem à invasão de substâncias estranhas. Porém, nas alergias, os corpos estranhos não se reproduzem.

p. 8 - 11: Se o professor achar conveniente, esta é uma oportunidade para discutir as doenças venéreas. Enfatize, porém, que a malária e a sífilis são casos extremos na gama de variações que caracteriza a transmissão: muitas doenças não são estritamente contagiosas, como a sífilis, nem dependem estritamente de um vetor, como a malária.



p. 9, figura 7 . 2: Uma questão que pode ser proposta em relação à figura é a seguinte: "Qual seria a melhor maneira de impedir a disseminação da malária?" Evidentemente, eliminando-se o vetor.

p. 11, figura 7 . 3: Cada ponto é uma colônia de bactérias ou de fungos, que se iniciou a partir de um organismo transportado pelas patas da mosca e que caiu quando esta passeava sobre o meio.

p. 10, nota de margem: *E. coli* está sendo considerada um comensal porque obtém abrigo e alimento no interior do intestino humano (beneficiando-se) enquanto, aparentemente, não prejudica o hospedeiro. Assim, temos uma associação do tipo benéfica para um, indiferente para outro, isto é, um caso de comensalismo.

p. 12, § 2: Note que virulência e resistência são termos relativos. Para que possam ser avaliados, é preciso que o valor de um deles permaneça constante. Esta é uma idéia difícil para a maioria dos estudantes, que vivem num mundo simplista de "bom" ou "mau".

p. 12 - 13: Não existe uma terminologia bem estabelecida para os tipos de imunidade. O que se usou na Versão Verde está de acordo com Frobisher, Fundamentals of Microbiology, 7.<sup>a</sup> edição (Filadélfia, W. B. Saunders Co., 1962).

p. 13 - § 3: Note que a varíola bovina, apesar do nome, é inespecífica, ocorrendo no gado e no homem. A história da vacina mostra como, em Ciência, a prática pode preceder a teoria. A vacinação ocorreu muito antes do desenvolvimento da teoria da imunização e da teoria dos germes.

### Investigação 7 . 2

#### Investigando Uma Doença Infecciosa

(pp. 16 - 18)

Esta é uma investigação extremamente importante. Pretende demonstrar a transmissão de doenças, tópico que tradicionalmente é descrito, mas nunca é demonstrado.

#### Material

*Agrobacterium tumefaciens* não é patogênico para os animais. Entretanto,

deve ser manipulado cuidadosamente e com grande atenção à técnica de esterilização, porque é perigoso para as plantas e as plantas também são importantes. Os bacilos são suficientemente grandes para dispensarem o uso de imersão no microscópio.

Culturas de *Agrobacterium* podem ser solicitadas aos Departamentos de Agricultura. No fim do trabalho, terra, vasos e plantas precisam ser esterilizados. Dar ênfase à manipulação cuidadosa de agentes patogênicos é parte essencial da educação.

Para substituir *A. tumefaciens*, o professor poderá procurar galhas em plantas e tentar cultivar suas bactérias no meio abaixo especificado.

Deve-se começar a cultivar as plantas pelo menos um mês antes do início do exercício. Quando prontas para o uso, deverão ter 3 ou 4 folhas. (Tomate é uma boa espécie para esta experiência). Os vasos devem ter cerca de 8 cm de diâmetro. Não há necessidade de etiquetá-los; poderão ser identificados com lápis vitrográfico.

Para preparar a solução de cristal violeta, dissolva 2 g do corante (encontrado em farmácias, como violeta de genciana) em 20 ml de álcool etílico (95%) e acrescente 180 ml de água destilada. Filtre antes de usar.

Para os tubos de cultura serão necessários:

peptona	5 g
extrato de carne	3 g
ágar-ágar	15 g
glicose (dextrose)	10 g
água destilada	1.000 ml

Aqueça a água e, antes que ela entre em ebulição, dissolva o ágar. Acrescente, então, a peptona, o caldo de carne e o açúcar, mexendo bem a mistura. Ponha, em cada tubo de ensaio, entre 30 e 40 ml de meio. Feche os tubos com algodão. Esterilize em panela de pressão. (Esta só deve ser aberta depois de esfriar).

#### Procedimento

Em cada classe, uma única equipe pode encarregar-se desta investigação. Concluído o trabalho, os estudantes farão um relato da sua pesquisa, na forma de seminário.

As galhas podem ser removidas quando tiverem cerca de 5 mm de diâmetro.

Note que não se faz mais referência à anotação das observações. O uso do caderno de laboratório deve ser agora um hábito.

**PRECAUÇÃO:** Concluído o trabalho, certifique-se de que plantas, vasos e terra sejam esterilizados em panela de pressão.

#### Discussão

(3) Em uma experiência, todos os indivíduos devem receber o mesmo tratamento, a não ser quanto à variável que está sendo investigada. Se a planta controle (A) não for perfurada, pode-se pensar que o desenvolvimento da galha seja devido ao tratamento e não ao bacilo.



(5) Esta questão leva a idéia de que a morfologia é insuficiente para a identificação de espécies de microrganismos (p. 191, § 1 do livro do aluno). As características bioquímicas e as reações fisiológicas são usadas para distinguir espécies de morfologia similar.

(6) Esta investigação apenas associa um agente patogênico a um sintoma do hospedeiro. Está longe de provar a causa da doença. Para comprovar os postulados de Koch, dever-se-ia começar uma longa investigação sobre organismos que ocorrem naturalmente em galhas. Os estudantes só chegaram ao postulado 3 e à parte do postulado 4.

#### O Ecossistema do Solo (parte)

(pp. 18 - 32)

Se, na Investigação 3 . 1, foi feito algum trabalho com organismos de solo, certifique-se de que seus alunos lembram do que viram com esse estudo.

p. 20, §§ 1 e 2: Não é necessário aprofundar-se na química da ionização. Use, porém, os conhecimentos dos estudantes sobre estrutura atômica.

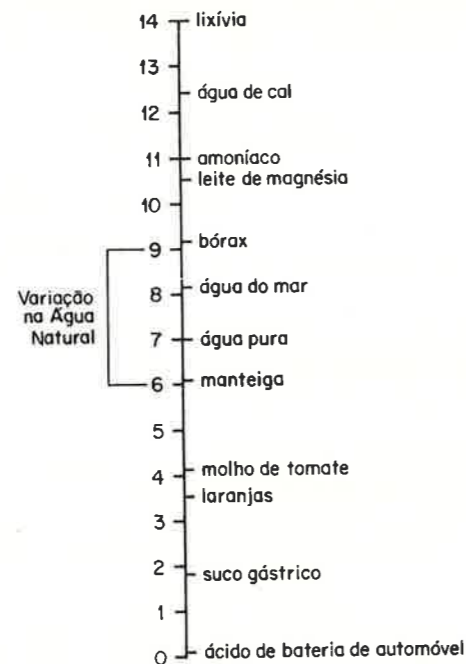


Figura G - 1

pH de algumas substâncias comuns.

#### Investigação 7 . 3

##### Uma Característica Química dos Solos

(pp. 21 - 22)

O objetivo desta investigação é dar algumas idéias básicas sobre acidez e alcalinidade. Embora seja possível usar indicadores sem grandes explicações (foi o que se fez na Investigação 1 . 5), o trabalho experimental dos estudantes ficará muito limitado se não conhecerem uma maneira de medir pH.

A figura G - 1 dá alguns exemplos da faixa de variação de pH em algumas substâncias.

#### Material

Os indicadores recomendados neste exercício podem ser substituídos por quaisquer outros.

Ácido clorídrico e hidróxido de sódio devem ser soluções 0,1N.

Se possível, obtenha vários tipos de amostras de solo (charco, áreas de queimada, praias, jardins), para que equipes diferentes meçam amostras diferentes. É importante, porém, que vários grupos de estudantes trabalhem com a mesma amostra, para se ter mais de uma leitura.

Os "10 gramas" de solo devem ser estimados, não pesados.

#### Estudando os Dados

(4) Exemplos: charcos e pântanos geralmente são ácidos; o pH de muitos solos de jardim aproxima-se de pH neutro; solos calcários e de regiões áridas podem ser alcalinos.

(5) A decomposição de matéria orgânica quase sempre libera ácidos. Por isso, solos com alto teor de húmus geralmente têm pH baixo.

(6) Porque a água de solo foi diluída no procedimento. O estudante não está medindo o verdadeiro pH do solo.

#### Para Investigação Posterior

Se o pH do solo se modifica, a composição da população microbiana desse solo também pode modificar-se. Para se demonstrar isso, coloca-se terra em ágar de pH 5, 6, 7 e 8 e observam-se as diferenças nas contagens de bactérias.

Investigação 7 . 4Ação Decompositora de Micróbios do Solo

(pp. 23 - 25)

Esta experiência relaciona-se com a composição química de estruturas vegetais e animais e também mostra o poder de decomposição de fungos, bactérias e actinomicetes. Seu objetivo é muito importante e, como levará algum tempo para os estudantes terem os resultados, o professor poderá usar esse fato para salientar que, freqüentemente, os processos biológicos são vagarosos e os biólogos precisam ser pacientes.

Faça seus alunos apresentarem uma hipótese relacionada às velocidades relativas de decomposição das substâncias e à velocidade de decomposição em ambos os solos.

Material

As placas de Petri de tamanho padrão encaixam-se muito bem em vasos de 10 cm de diâmetro. Nos que tiverem diâmetro maior, a superfície exposta será muito grande.

Consiga areia de construção e lave-a bem; quanto menos qualidades de um solo verdadeiro ela tiver, melhor. Por outro lado, a terra de jardim deve ser rica em húmus.

Pratos de alumínio substituem as placas de Petri.

Procedimento

Não é necessário que toda a classe ocupe-se da montagem desta experiência. Dois ou três grupos conseguirão dados suficientes para comparações. Entretanto, todos os alunos precisam compreender o procedimento e participar das observações, anotando os progressos da decomposição.

Não há necessidade de irrigar a superfície dos vasos. Ela se manterá úmida porque a água do recipiente subirá por capilaridade. Por isso, esses recipientes precisam permanecer cheios de água. Uma vez que as observações não são muito freqüentes, um aluno de cada equipe deve ficar encarregado de verificar o nível da água diariamente.

O período marcado na tabela da página 25 do livro do aluno pode variar.

Discussão

(1) A maioria das substâncias foi mencionada no texto. O barbante de algodão é constituído principalmente por celulose. Esta substância ocorre também em galhos e folhas e existe em pequena quantidade na aveia laminada. Os galhos e as folhas contêm quantidades consideráveis de lignina e as folhas também contêm algumas pectinas. A aveia laminada é rica em amido e tem um pouco de proteína e

lípides. Os insetos também contêm proteínas e lípides, mas seu exosqueleto é constituído principalmente por quitina. O "nylon" foi incluído por ser material sintético; seus componentes são semelhantes aos dos materiais orgânicos naturais, mas nenhum microrganismo teve oportunidade de usá-lo como alimento antes do homem introduzi-lo no ambiente.

(2) a (4) A velocidade de decomposição depende da temperatura. Quatro semanas é um prazo pequeno, mesmo que a temperatura seja elevada. Oito semanas é um tempo próximo ao ideal. Provavelmente, a primeira evidência de decomposição será o aparecimento de hifas na aveia. Posteriormente aparecerá fungo em outros materiais. Por fim, poderão ser percebidos o cheiro de terra, característico dos actinomicetes, e o odor pútrido, resultante da decomposição pelas bactérias.

(6) e (7) As velocidades de decomposição na areia podem diferir ou não das verificadas no solo. Espera-se que sejam mais lentas na areia — devido à pequena população inicial de decompositores — mas os fatos podem não se encaixar a esta teoria. Ao discutir os resultados, enfatize a produção de húmus e a volta de minerais para o solo, onde serão usados novamente como nutrientes dos vegetais. Na economia da natureza, a decomposição do alimento, de fibras e da madeira não difere da decomposição de outros restos de vegetais e animais. Decomposição "desejável" e "indesejável" são apenas expressões que revelam o ponto de vista humano.

O Ecossistema do Solo (cont.)

(pp. 26 - 32)

p. 26, nota de margem: As algas exigem luz, para que possam realizar fotossíntese.

p. 27, § 4 e p. 28, § 1: Pode-se pedir aos estudantes que situem essas relações na classificação dada no Capítulo 3. Antibiose pode ser considerada uma relação prejudicial para um organismo e indiferente para outro.

p. 28, nota de margem: Mutualismo.

p. 28, nota de margem: As palavras "boa" e "má" estão sendo usadas no sentido absoluto que estamos tentando evitar. Se os insetos atacados forem abelhas, nossa tendência será rotular os nematóides como "maus". Porém, as questões permanecem. Comparando o prejuízo das abelhas ao de outros insetos, quem é o mais prejudicado? Qual a importância das abelhas comparada à de outros insetos? Mesmo de um ponto de vista estritamente antropocêntrico, "bom" e "mau" são termos relativos em ecologia.

p. 30, figura 7 . 11: Note que os nomes das substâncias estão impressos em letras maiúsculas e os nomes dos agentes responsáveis pelas modificações estão em letras minúsculas. O diagrama representa o ciclo do nitrogênio na biosfera como um todo. Em um lugar em particular, grandes quantidades de compostos de nitrogênio podem ser perdidos no solo por lixiviação (lavagem do solo que, em consequência, perde nutrientes) mas não são perdidos para a biosfera. Da mesma forma, os compostos nitrogenados podem acumular-se e permanecer estacionários no ciclo por longos períodos, como nas ilhas de guano do Chile, mas, do ponto de vista geológico, estes compostos são temporários. Os estudantes devem comparar este esquema às figuras 1 . 11, 1 . 13 e 1 . 14 apesar de estas não serem tão detalhadas.

p. 32, §§ 1 e 2: Em princípio, a relação Rhizobium-legume é semelhante à associação que existe nas micorrizas.

#### PROBLEMAS

(pp. 33 - 34)

1. (a) A causa da doença é uma interação complexa, que abrange hospedeiro, parasita e ambiente. Um agente patogênico pode levar ao aparecimento de sintomas ou não, dependendo de sua virulência, do grau de imunidade do hospedeiro e da natureza do ambiente.

(b) Não. Uma mosca, quando transporta bacilos da febre tifóide, o faz mecanicamente, na superfície do corpo, sem ser infectada por eles.

(c) Quanto menor a especificidade do hospedeiro em relação à doença, mais larga a faixa de organismos experimentais com que conta o pesquisador.

(d) Depende do destino do viajante. Os estudantes devem fazer uma pesquisa para responder bem a questão.

3. A "gripe asiática" envolve linhagens de vírus que podem diferir na virulência. Quem apanhou a doença adquiriu imunidade, embora por pouco tempo. O vírus passa de pessoa para pessoa através de gotículas úmidas.

4. Os anticorpos são globulinas (proteínas) modificadas, que possuem afinidade específica para com os antígenos (proteínas estranhas ao corpo do animal), injetados por via parenteral.

5. Aqui está uma lista parcial dos microrganismos patogênicos que têm maior probabilidade de disseminarem-se com os detritos: Salmonella typhosa (febre tifóide),

Salmonella paratyphi (febre paratifóide), Salmonella schottmülleri (febre paratifóide), Salmonella enteritidis (enterite), Shigella dysenteriae (desintéria bacilar), Vibrio comma (cólera asiático), Entamoeba histolítica (desintéria amebiana). Também podem ser favorecidas algumas doenças infecciosas com alternância de hospedeiro, tais como tifo (hospedeiros intermediários: pulgas e ratos). Evidentemente, a incidência de doenças não infecciosas será pouco afetada.

6. (a) Muitos aspectos desta questão podem ser investigados. A textura do solo influencia os conteúdos de ar, água, nutrientes, nitrogênio, a velocidade de decomposição e a velocidade de lixiviação.

(b) A solução ácida pode retardar o trabalho das bactérias nitrificantes e das bactérias que fixam nitrogênio. A acidez influencia a lixiviação de cátions, muitos dos quais são nutrientes vegetais importantes. Efeitos secundários, como diminuição de arejamento em solos argilosos de baixo pH, são numerosos.

(c) Ocorre pouca lixiviação nos solos de deserto, de maneira que os nutrientes inorgânicos ficam prontamente disponíveis.

(d) O objetivo deste item é fazer com que os estudantes apresentem hipóteses razoáveis. Há muitas. Por exemplo: (1) destruição dos sistemas radiculares, (2) desenvolvimento de pH desfavorável, (3) falta de fungos das micorrizas no novo solo.

(e) Para cada decréscimo de 10°C na temperatura média anual, verificou-se aumento de duas a três vezes no conteúdo de húmus. Nos solos quentes, úmidos, bem arejados, a decomposição é muito rápida.

7. Durante o primeiro ano, os nutrientes no campo A foram absorvidos pelo centeio e, por isso, as batatas do campo B cresceram melhor. Entretanto, no segundo ano, os nutrientes foram liberados do centeio e este também melhorou a drenagem do solo. Assim, as batatas cresceram melhor em A.

8. Alguns exemplos são as práticas relacionadas com (a) imunização, (b) rotação de culturas, (c) controle de insetos através de pesticidas, (d) intercruzamentos de animais e plantas. Este problema dá ênfase à prática precedendo a teoria. O "método científico" nem sempre é necessário para o avanço tecnológico.



## MATERIAIS SUPLEMENTARES

Convites ao Raciocínio:

Convite 10: Meio Ambiente e Doença. A relação entre ambiente e doença foi o tema usado para mostrar o papel da hipótese nas investigações científicas.

Convite 16: A Descoberta da Penicilina. A descoberta da penicilina foi o tema usado para ilustrar o papel do "acaso" na investigação científica.

## CAPÍTULO 8

## PADRÕES DE VIDA TERRESTRE

## IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Os organismos que ocorrem naturalmente em uma área são os que podem sobreviver e reproduzir-se nas condições ambientais (bióticas e abióticas) que prevalecem nessa área.
2. As paisagens, que caracterizam amplas áreas terrestres, resultam da interação organismos-ambiente e constituem os biomas.
3. Precipitação e temperatura (ambas, em última instância, determinadas pelo padrão global da radiação solar) são os principais fatores do ambiente que determinam a distribuição dos biomas.
4. Em regra, quando se vem dos pólos para o equador, atravessam-se biomas que mostram crescente diversidade de espécies, crescente complexidade nas interações das comunidades e aumento crescente na exuberância da vegetação.
5. Nas latitudes baixas e médias pode-se distinguir uma outra seqüência de biomas, que obedece ao gradiente decrescente de água disponível.
6. O homem exerce grande influência na distribuição de muitos organismos, transportando-os — às vezes deliberadamente, às vezes acidentalmente — através das barreiras que não conseguiriam vencer sozinhos.
7. O homem é um elemento de grande importância na determinação das características das paisagens. Conseguiu transformar completamente grandes áreas de alguns biomas. Dominou completamente as áreas urbanas, onde até os efeitos do clima estão tão profundamente modificados que é necessário o olho treinado de um geógrafo para detectá-los e onde quase toda energia biológica vem de regiões distantes.

## PLANEJAMENTO

Providenciar dispositivo para manter luz contínua na geladeira (Investigação 8 . 1).

Providenciar organismos para as Investigações 9 . 1 e 9 . 2.

## ORIENTAÇÃO GERAL

O capítulo pode ser dividido nos seguintes trechos: pp. 35 - 41 (questões 1 - 3); pp. 41 - 60 (questões 4 - 12); pp. 61 - 71 (questões 13 - 16); pp. 71 - 79 (questões 17 - 19); pp. 79 - 85 (questões 20 - 23). Alguns trechos são longos mas, em grande parte, descritivos.

O estudo deste capítulo deve centralizar-se no bioma em que a escola estiver localizada. Porém, um dos objetivos educacionais é dar ao estudante uma visão ampla do mundo, de modo que os outros biomas não devem ser negligenciados.

A familiarização com o bioma local pode ser difícil, especialmente para as escolas urbanas. Uma excursão poderá ser o melhor meio de se alcançar o objetivo pretendido. Se o professor estiver bem familiarizado com sua região, conseguirá preparar um itinerário de uma viagem de um dia ou de meio dia, que permita salientar as características naturais da localidade.

Naturalmente, o "clímax climático" primitivo do bioma local pode ter desaparecido há muito, mas exemplos da influência do homem na paisagem biótica e das etapas de sucessão existirão em quantidade. Com uma seqüência bem planejada das observações que deverão ser feitas, com questões bem formuladas, que orientem a atenção dos alunos para os pontos importantes, o professor pode organizar os resultados da excursão, transformando-os em conhecimento adequado do bioma local. Não deve esquecer que os alunos já têm alguns conhecimentos do assunto, graças à Investigação 3 . 1.

Um bioma é a expressão biótica de um clima. Para compreendê-lo, o estudante precisa ter alguns conhecimentos de (1) fatores atmosféricos que, quando resumidos estatisticamente, constituem o clima e (2) fenômenos astronômicos e geofísicos que determinam a distribuição dos climas. Como no caso de um bioma distante, a compreensão de climas de outras regiões é mais fácil se houver familiarização com o clima local.

É provável que os estudantes já possuam uma base em climatologia. Entretanto, para os professores que precisarem discutir esse tópico com os alunos, damos uma orientação nas páginas G 28 - G 33.

Freqüentemente despreza-se uma excelente fonte de informação sobre biomas e climas de regiões distantes — estudantes que viveram em outros locais. Geralmente eles têm fotografias e gostam de falar sobre os lugares onde viveram.

## ALGUMAS NOTAS

Analisando o Ambiente (parte)

(pp. 35 - 41)

p. 35, § 1: Este capítulo precisa mencionar um grande número de organismos. Porém, nomes não bastam e, por isso, sempre que possível, os organismos mencionados estão também representados em figuras. As notas de margem e o índice remissivo auxiliarão os estudantes a procurarem ilustrações em outros capítulos do livro. Deverão usar também o Apêndice II (Vol. I).

p. 36, § 2: As questões propostas não são apenas de retórica. É conveniente especular um pouco sobre esses pontos.

p. 36, § 4: O termo "tolerância" foi introduzido incidentalmente no Capítulo 7 (p. 26). Será também ilustrado pela Investigação 9 . 2.

Investigação 8 . 1Um Estudo da Tolerância ao Ambiente

(pp. 37 - 39)

Sementes são organismos excelentes para uma investigação deste tipo. A umidade é, naturalmente, um fator básico na distribuição, mas é difícil mantê-la e medi-la em situações experimentais. Os efeitos da luz e da temperatura são investigados mais facilmente e também são fatores importantes na distribuição dos seres vivos.

Esta investigação utiliza algumas habilidades desenvolvidas na Investigação 1. 4 e poderá ser feito com equipes de 5 ou 6 estudantes.

Material

As espécies escolhidas para esta investigação responderão de maneira diferente às condições do experimento.

Se não houver placas de Petri em número suficiente, poderão ser usados pires ou copos de papelão cortados até uma altura de 1,5 cm. Ótimos substitutos para as placas são caixinhas de plástico usadas para embalagem de queijo.

As tiras de papelão ou cartolina devem ter a largura e a altura das placas de Petri (ou substitutos). As extremidades das tiras podem ser presas à placa com cola.

O plástico que vai revestir as placas deve ser fino, para permitir livre difusão dos gases.

As placas, que devem ficar no escuro, serão revestidas com papel de alumínio.

Se as placas, que ficarão em baixa temperatura e iluminadas, forem colocadas em geladeira, é preciso providenciar para que fiquem sob luz contínua. Isso pode ser conseguido fazendo-se uma extensão com um fio elétrico ligado a uma lâmpada, que será introduzida no refrigerador. Com o fio no lugar, a borracha que margina a porta permitirá que a geladeira abra e feche normalmente e, ao mesmo tempo, impedirá a perda de ar frio. Uma vez que a luz acesa produzirá calor, pode-se usar uma lâmpada fluorescente pequena (lâmpadas deste tipo, de 8 a 15 watts, existem no comércio). Porém, mesmo as lâmpadas fluorescentes geram pequena quantidade de calor, de maneira que é preciso testar o refrigerador alguns dias antes da experiência ser feita, para que seja mantida a temperatura de 10 a 12°C.

Para as placas 3 e 4, será necessário providenciar uma caixa térmica. Ela

poderá ser construída segundo o modelo abaixo:

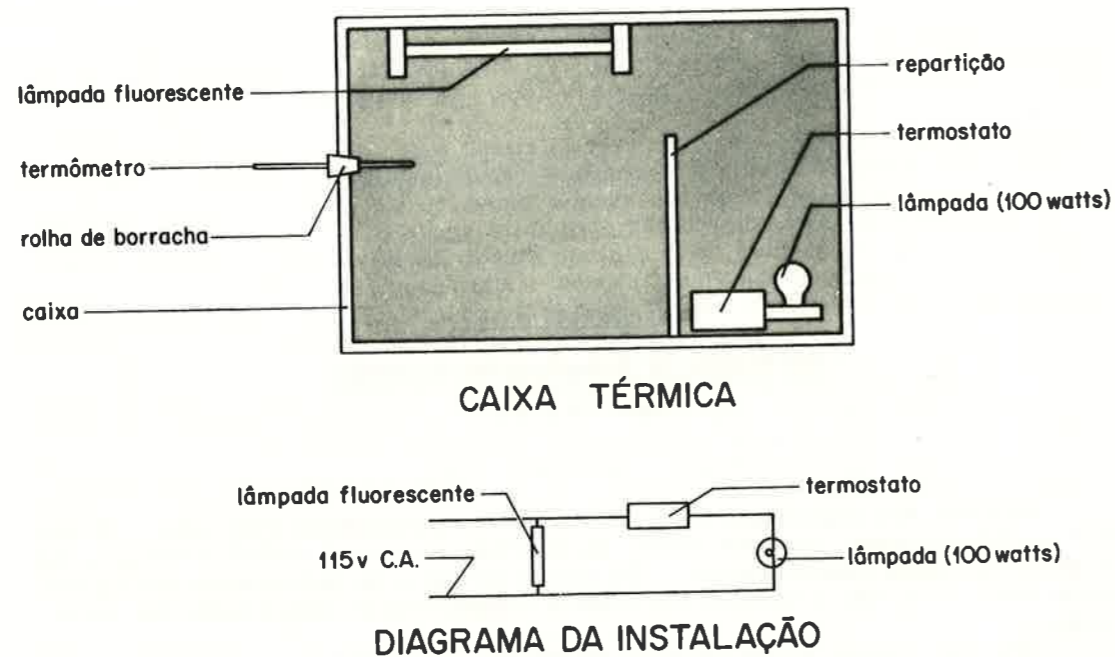


Figura G-2

**Material:** caixa de papelão corrugado ou caixa de metal  
tubo de luz fluorescente (mesmo número de watts usados no refrigerador)  
lâmpada incandescente de 100 watts  
pequeno termostato com variação de 23 a 50°C de temperatura  
termômetro

Uma repartição de cartão ou de metal separa a fonte de calor das placas de Petri. Uma vez que a lâmpada incandescente serve como fonte de calor, deve ser feita uma ligação em série que a ligue ao termostato. A lâmpada fluorescente será ligada em paralelo. Poderá ser necessário experimentar lâmpadas com número de watts menor ou maior, para obter-se a temperatura desejada.

#### Estudando os Dados

(1) Reporte-se à Investigação 2.2, especialmente ao item "Estudando os Dados", parágrafo 2.

(4) Os estudantes poderão encontrar dificuldades em separar a influência de fatores isolados da influência de fatores combinados. Entretanto, esta é uma experiência muito simples; o professor só deverá dar assistência se os alunos não conseguirem, sozinhos, superar as dificuldades.

#### CONCLUSÕES

(7) Insista em que a resposta seja consistente com os dados.

(8) e (9): Ambas as perguntas dão margem a especulações. O ponto importante a ser salientado é que, no trabalho científico nenhuma conclusão deve estar em conflito com as evidências.

#### Distribuição Ecológica da Vida na Terra

(pp. 41 - 60)

p. 41, § 3: Este parágrafo lembra a citação feita no livro do aluno, na introdução à Terceira Unidade. É importante que o professor refira-se freqüentemente à relação entre Ciência — que tenta organizar os fatos — e Natureza, que pode ser organizada, mas nem sempre o é.

p. 43, § 3: Note a expressão "o homem modificou os efeitos do clima". Não estão sendo consideradas modificações no clima devidas a outras causas.

p. 43, § 5: "... nela não estão incluídos os biomas em que há escassez de água." Observando os climatogramas de tundra (figura 8.8) e de taiga (figura 8.14) os alunos poderão argumentar que estes biomas não deveriam estar incluídos nesta seqüência. Se isso acontecer, o professor deve introduzir a noção de razão entre precipitação — evaporação.

pp. 44 - 45, figura 8.7: Este mapa é baseado em um de E. P. Odum, publicado no livro Fundamentals of Ecology (Filadélfia, W. B. Saunders Co., 1959, pp. 383 - 418). É bastante geral. Entretanto, é preciso lembrar que muitos biomas não foram ainda estudados suficientemente e é difícil ter-se, no momento, um mapa melhor. Há muitos mapas que representam apenas a vegetação e alguns são bastante detalhados.

p. 46, § 2: A vida no gelo polar baseia-se nos produtores marinhos e, por isso, foi omitida neste capítulo.

p. 46, § 3: Pode ser conveniente demonstrar a relação entre o ângulo dos raios solares e a intensidade da radiação solar. Veja a página G 28.

p. 47, nota de margem: Considere-se a falta de água, quando o solo está



gelado, e a curta estação de crescimento. À medida que os estudantes forem lendo as descrições dos biomas, faça com que expliquem as adaptações. As notas de margem chamam a atenção para algumas questões, mas não esgotam todas as possibilidades.

p. 47, figura 8 . 9: O frio e os ventos secos talvez constituam o principal fator que impede o crescimento das plantas lenhosas acima do nível da camada de neve (muito fina na tundra) ou acima do nível de abrigos protetores, tais como a rocha que aparece nesta fotografia.

p. 49, figura 8 . 11: A finalidade desta figura é despertar a idéia de coloração protetora. O professor pode querer explorar a origem de tal fenômeno, mas não deve aprofundar-se neste tópico por enquanto.

p. 49, nota de margem: A neve age como isolante contra o frio intenso. Sob ela, a temperatura geralmente está vários graus acima da temperatura do ar.

p. 50, § 3: Qualquer comparação diária deve considerar o "mesmo dia" do ano para a tundra e para a taiga.

p. 52, § 1: Note que este parágrafo resume uma sucessão ecológica.

p. 53, figura 8 . 19: A localidade à qual corresponde este climatograma está no hemisfério norte: o verão vai de junho a setembro e o inverno vai de dezembro a março. A pluviosidade é relativamente alta e constante durante todo o ano, portanto, é a temperatura que limita o desenvolvimento da vegetação. A água abundante permite o desenvolvimento de floresta, mas devido às baixas temperaturas do inverno, espera-se que as plantas da região sejam caducifólias.

p. 54, figura 8 . 20: Durante todo o ano, os herbívoros podem usar brotos e galhos tenros como alimento, mas este é mais abundante quando há folhas nas plantas lenhosas. A neve pode retardar a locomoção dos animais através da floresta.

p. 55, nota de margem: Todas essas aves são insetívoras, mas seus nichos não se superpõem porque cada espécie obtém alimento de uma maneira. Como elas capturam insetos é parte importante da descrição de seus nichos.

p. 56, figura 8 . 21: Pergunte aos alunos qual dos climatogramas já analisados é semelhante ao que foi construído com os dados da figura 8 . 21. (Manokwari,

Nova Guiné). Ambos são de floresta pluvial. Faça com que localizem em um Atlas ou no mapa das páginas 170 - 171, a ilha da Nova Guiné.

p. 56, § 2: Veja as páginas G 28 - G 29.

p. 57, nota de margem: A sobrevivência de epífitas exige muita chuva e umidade elevada.

p. 61, § 1: Talvez precise ser recapitulado o conceito de fator limitante (Investigação 2 . 2).

### Investigação 8 . 2

#### Temperatura, Chuvas e Distribuição dos Biomas

(pp. 61 - 62)

Os climatogramas resumem as duas mais importantes variáveis climáticas. Gráficos deste tipo são muito usados pelos geógrafos. A representação da precipitação por barras verticais contradiz o princípio segundo o qual uma variável contínua é melhor representada por uma linha, mas o uso das barras justifica-se pela necessidade de se distinguir facilmente temperatura e precipitação. Este ponto deve ser discutido com os estudantes, porque mesmo os que estão familiarizados com a mecânica de construção de gráficos, freqüentemente não sabem como selecionar uma forma adequada para determinado conjunto de dados.

Geralmente, nos climatogramas, as médias de precipitação são dadas em milímetros. No texto e nos exercícios, preferimos mantê-las em centímetros para facilitar o trabalho dos alunos.

#### Material

Se os gráficos forem construídos em escalas diferentes, será difícil fazer comparações. Assim, é vantagem fornecer aos alunos grades do mesmo tipo. Elas podem ser mimeografadas com as mesmas dimensões das grades do livro do aluno.

#### Procedimento

Depois de terem analisado e construído climatogramas durante o estudo da primeira parte do texto, esta investigação pode ser feita como trabalho de casa. Os

estudantes terão climatogramas representativos dos biomas que serão estudados na parte seguinte do texto.

### Estudando os Dados

A discussão dos dados deve procurar relacionar, para cada gráfico, as relações entre clima e aspectos característicos do bioma. Pranchas de cartolina, com os gráficos aumentados, ajudará o professor e os estudantes na hora da discussão.

Durante o estudo do exercício, deve-se dar atenção à relação entre os fatores climáticos representados nos climatogramas e o biota. Por exemplo, no climatograma para tundra (p. 46), o gráfico indica que as temperaturas médias mensais estão acima de zero — mas não muito acima — apenas durante três meses. Durante a maior parte do ano, as temperaturas estão muito abaixo de zero. A precipitação é baixa em todos os meses do ano. Destes fatos pode-se concluir que os produtores só estão produzindo alimento ativamente durante uma fração do ano e que a densidade de consumidores deve ser baixa.

Porém, as implicações contidas nos dados apresentados pelo climatograma precisam ser exploradas. A amplitude do ciclo anual das temperaturas médias mensais implica em alta latitude; isso, por sua vez, garante um longo período de sol na época em que a temperatura é mais elevada. Além disso, as baixas temperaturas implicam em baixa taxa de evaporação. Tais condições não são tão desfavoráveis, como podem parecer à primeira vista, para o crescimento das plantas durante o breve verão. As condições para produção de alimento sugerem a possibilidade de uma grande população migratória de consumidores. Esta mesma linha de raciocínio deve ser aplicado a todos os climatogramas.

Os estudantes devem estar cientes, permanentemente, das limitações dos dados com os quais estão trabalhando. Também pode ser interessante discutir com eles como esses dados são obtidos. Algumas variáveis significativas não estão indicadas nos climatogramas, como é mencionado na legenda da figura 8. 6, página 42.

Os dados sobre temperaturas são as médias derivadas de "médias diárias", que, na realidade, não são médias no sentido usual em estatística. São os pontos médios na faixa de leituras, feitas de hora em hora, durante um período de 24 horas.

Por outro lado, os dados sobre precipitação são médias verdadeiras da precipitação mensal em um período de anos. O número de anos considerado varia de uma estação meteorológica para outra. Esses dados não indicam a faixa de variação mensal na precipitação e na temperatura e essa faixa é um fator significativo para os organismos.

Estando conscientes das limitações dos dados climáticos, os estudantes devem perceber que um climatograma não resume a precipitação e temperatura para um bioma todo. Qualquer climatograma mostra apenas os dados para essas variáveis em uma estação meteorológica localizada no bioma. Naturalmente, as estações devem ser escolhidas o mais cuidadosamente possível, para que os dados sejam representativos, isto é, "típicos", para cada bioma.

Os dados fornecidos na Investigação 8. 2 são:

- a) Quixeramobim, Ceará — caatinga
- b) Oaxaca, México — floresta tropical caducifolia
- c) Urussanga, Santa Catarina — floresta pluvial (Mata Atlântica)
- d) Yuma, Arizona — deserto de latitude média
- e) Bagé, Rio Grande do Sul — pampa

(1) Urussanga, Bagé, Quixeramobim, Oaxaca, Yuma.

(2) Os climatogramas dados no texto seguem ordem crescente de energia radiante (tundra, taiga, floresta caducifolia de latitude média, floresta pluvial), enquanto os do exercício podem ser ordenados segundo ordem decrescente de precipitação.

### DISTRIBUIÇÃO DA VIDA TERRESTRE (cont.)

(pp. 62 - 79)

p. 66, figura 8. 30: As fotografias mostram dois aspectos da caatinga: após as chuvas e na época de seca.

p. 67, figura 8. 32: Da esquerda para direita: xique-xique, coroa-de-frade, macambira e quipá.

p. 68, figura 8. 33: O chão, coberto de folhas secas, e os ramos nus das árvores indicam época de seca. A fotografia foi tirada na primavera de 1966 e mostra a floresta parcialmente em boas condições e parcialmente lesada pela derrubada de árvores e pelas queimadas.

p. 69, figura 8. 34: Provavelmente, a melhor explicação é a competição pela água entre os sistemas radiculares. Porém, muitas plantas de deserto produzem substâncias que são nocivas a outras — um caso de antibiose.

p. 69, nota de margem: Escamas e espinhos nas plantas de deserto provavelmente significam proteção contra consumidores de primeira ordem, em uma região onde o alimento é escasso. É mais fácil, porém, demonstrar a relação entre redução na superfície foliar e diminuição da perda de água. Estas adaptações são comuns às plantas da nossa caatinga.

p. 73, nota de margem: Apesar de não se pretender levar o aluno ao estudo de regiões fitogeográficas brasileiras, um mapa, como o recomendado nesta nota, poderá ajudá-lo a localizar as regiões que estão sendo apresentadas no texto. O mapa das páginas 44 - 45, sendo muito geral, não permite identificar com clareza as formações brasileiras.

p. 73, nota de margem: As árvores iriam se tornando menos frequentes, o revestimento de gramíneas tornar-se-ia descontínuo e essas plantas misturar-se-iam a arbustos espinhosos, dispersos pela região.

p. 74, figura 8 . 39: Os grandes predadores da região são leões, leopardos e "cheetahs".

p. 75, Mata da Araucária: As características da Mata da Araucária — predominância de coníferas de elevada altura, poucas lianas, abundância de epífitas — lembra a da floresta pluvial de latitude média, encontrada na América do Norte, e que se estende desde o sul do Alasca até o Estado de Oregon. O clima é mais ameno do que se poderia esperar nessa região — invernos frios e verões quentes — e a precipitação é grande. Essas condições climáticas levaram ao desenvolvimento de uma floresta pluvial de latitude média, semelhante à nossa Mata da Araucária nas características gerais. As coníferas, entretanto, são de outras espécies.

p. 77, nota de margem: Tais folhas retêm água durante o verão longo e seco.

p. 77, figura 8 . 42: A predominância do verde indica que a fotografia foi tirada em uma época intermediária às chuvas de inverno e à seca do verão.

p. 78, § 1: A primeira frase pode requerer alguma explicação, se os estudantes não entenderam bem a relação entre radiação e calor.

p. 78, figura 8 . 43: Note que não foram usadas as mesmas escalas nesses esquemas.

### Investigação 8 . 3

#### Efeitos do Fogo sobre os Biomas

(pp. 79 - 82)

Esta investigação pode ser feita na sala de aula, sem nenhuma preparação prévia, ou pode ser feita como trabalho de casa. Pode, ainda, ser realizada apenas por alguns alunos que, em seguida, apresentarão um relatório na forma de seminário.

#### Procedimento

As respostas abaixo traduzem um raciocínio lógico. Mas os estudantes poderão apresentar outras alternativas, que devem ser bem recebidas, submetidas a um exame crítico e, se forem válidas, desenvolvidas.

- (1) As leguminosas.
- (2) Acesso às camadas de água subterrânea, durante as secas prolongadas.
- (3) As leguminosas e poucas gramíneas.
- (4) Sim. Ambos sobrevivem.
- (5) Nas leguminosas.
- (6) As leguminosas.
- (7) As gramíneas.
- (8) Semelhanças com A ou B.
- (9) Veja a resposta à questão (3).
- (10) Haveria predomínio de gramíneas.
- (11) O fogo.
- (12) O corte das árvores pelos madeireiros.
- (13) Mais gente; pilhas de lenha; abertura de clareiras pelas queimadas, para iniciar campos de cultura.
- (14) Seria semelhante à A. As plantas lenhosas caducifólias seriam as primeiras favorecidas, porque brotam a partir de gemas dos troncos cortados.
- (15) Pequenas queimadas fazem com que os cones se abram; de outra forma, as sementes permaneceriam nos cones durante muito tempo.
- (16) Predominariam os pinheiros jovens.
- (17) Essa espécie de pinheiro tornar-se ia rara e outras árvores tomariam seu lugar.
- (18) Nelas predominariam os pinheiros.

### O Homem como Agente de Dispersão

(pp. 83 - 85)

p. 85, nota de margem: Mesmo nas cidades podem-se observar alguns estágios de sucessão secundária, especialmente nos terrenos baldios.



QUESTIONÁRIO

(p. 86)

4. Os estudantes devem entender que bioma é uma unidade relativa usada em um sistema de classificação dos ecossistemas.

10. Esta questão refere-se apenas e superficialmente ao habitat dos organismos. Não deve dar margem a um tratamento de ordem evolutiva ou zoogeográfica.

PROBLEMAS

(pp. 87 - 89)

1. Alguns organismos que podem fazer parte dessa lista: maçã, uva, laranja, ameixa, melão, trigo, camundongo doméstico, barata, faisão. Para alguns deles, a sobrevivência independentemente do homem dependerá também do clima da região. Outros, entretanto, não se desenvolverão sem o homem.

2. (a) Havana, Nova Orleans, Caracas, Recife, Winnipeg, Anchorage, Rio de Janeiro.

(b) São Paulo, Brisbane, Hobart, Singapura, Manila, Cantão, Pequena América, Tóquio, Vladivostok.

(c) Nairobi, Tananarive, Cairo, Cidade do Cabo, Madri, Copenhagen, Murmansk.

Serão necessários o comprimento do dia e a cobertura de nuvens.

4. É importante que os alunos lembrem que dados sobre temperatura e pluviosidade são insuficientes para permitir uma conclusão correta sobre o tipo de vegetação. O relevo da área em que se encontra a localidade, a proximidade com redes fluviais são outros fatores importantes na determinação do clima e, portanto, da vegetação. Além disso, a vegetação também depende da natureza do solo.

Com base nos dados apresentados, os alunos poderão dizer que, em Luiziânia, havendo um período de chuva e um de seca bem definidos, espera-se vegetação adaptada para resistir à falta de água nos meses em que a pluviosidade é baixa. Em Porto Nacional e em Cuiabá, espera-se vegetação mais densa.

Peça aos alunos que localizem em um Atlas as três cidades, verifiquem o tipo de vegetação que caracteriza cada uma delas e os fatores que podem explicar as diferenças existentes.

5. Os dados apresentados no exercício foram obtidos nas estações meteorológicas das localidades citadas entre parêntesis:

(a) Floresta caducifolia de latitude média (Washington, D. C. - EUA).

(b) Floresta esclerófila (Lisboa, Portugal).

(c) Floresta pluvial (Iquitos, Peru).

(d) Campo de latitude média - estepe (Odessa, URSS).

(e) Tundra (Upernavik, Groenlândia).

(f) Campo tropical - cerrado (Brasília, D. F.).

(g) Campo de latitude média (Bahía Blanca, Argentina).

(h) Taiga (Moose Factory, Ontário, Canadá).

6. (a) Considere a influência da camada de gelo.

(c) A relação mais importante entre precipitação e evaporação é a seguinte: quanto mais quente o clima, maior a evaporação. Assim, em duas regiões com igual taxa de precipitação, a mais quente será também a mais árida. A tundra apresenta um fator especial: a camada de gelo impede a perda de água da superfície pela percolação que ocorre.

7. Geralmente isto é explicado pela tendência do clima tornar-se mais quente. Outro fator que contribui é o aumento de fontes de alimento, graças à presença do homem.

8. Uma enciclopédia e as ilustrações do Capítulo 11 ajudarão a resolver essas questões. O mais importante é que os estudantes apliquem seus conhecimentos de ecologia.

(a) Gado.

(b) Nas estepes da Ásia: bisão europeu, cavalos, asno selvagem. No pampa argentino: guanaco e veado do pampa. No veldt sul-africano: gnu e outros grandes antílopes.

(c) Rena, caribu e boi almiscarado.

(d) As euforbiáceas, de caules suculentos e com espinhos.

(e) Os nectarinídeos, que são pequenos, têm cores brilhantes, bicos longos e alimentam-se de néctar e pequenos insetos.

9. A relação entre temperatura e pluviosidade é muito semelhante nas três localidades. Os meses de verão apresentam-se mais quentes e chuvosos, ao contrário dos meses de inverno. Entretanto, isto não basta para explicar o tipo de vegetação comum às três localidades (veja a resposta à questão nº 4). Peça aos alunos que localizem em um Atlas as três cidades mencionadas e verifiquem sua latitude, relevo e tipo de solo.

MATERIAL SUPLEMENTAR

O professor utilizará o texto que apresentamos a seguir da maneira que achar mais conveniente. Uma sugestão é usá-lo como base para uma aula ilustrada com um globo terrestre, mapas e tabelas que possam ser projetadas. Uma outra é tirar cópias deste trecho e distribuí-las aos estudantes para que leiam.

CLIMAS

Uma vez que o clima tem efeito marcante sobre os organismos, é necessário compreender como ele varia de região para região.

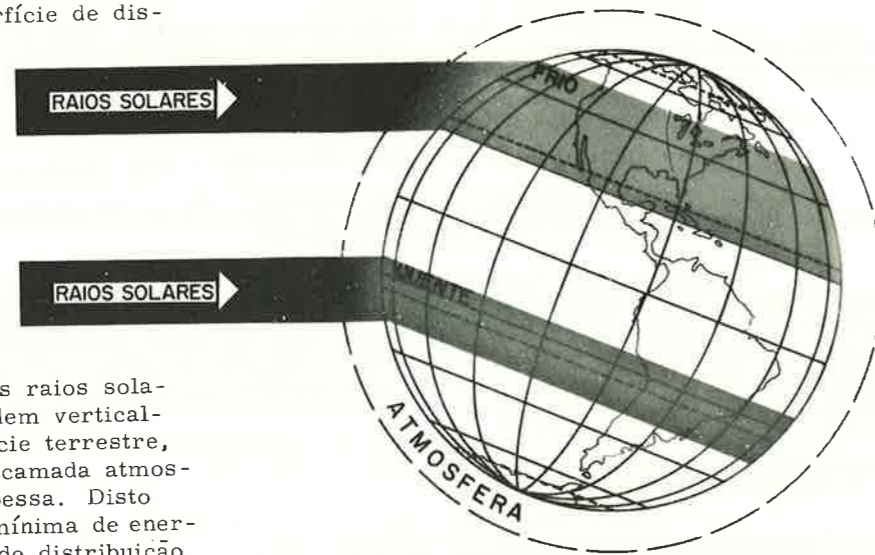
DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA RADIANTE

A energia entra na biosfera na forma de radiação solar. Transforma-se em energia química na fotossíntese e, das substâncias orgânicas sintetizadas durante este processo, deriva toda a energia para as atividades dos seres vivos. Por isso a quantidade de energia solar recebida em qualquer parte da superfície terrestre é um dos fatores mais importantes para os organismos.

A forma da Terra e sua posição em relação ao sistema solar afetam a distribuição da radiação solar na superfície do nosso planeta. Lugares diferentes recebem quantidades diferentes de radiação. Ao longo de um ano, as regiões próximas ao equador recebem mais energia; as regiões polares recebem menos.

Esta situação resulta de dois fatores. (A medida que ler esse trecho, observe a figura G-3). Primeiro, parte da energia solar é absorvida ao atravessar a atmosfera e, quanto maior for a espessura da camada atmosférica, maior a quantidade de energia absorvida. Os raios que incidem verticalmente na superfície terrestre atravessam menos atmosfera que os demais e, por isso, as partes da Terra onde a luz incide verticalmente recebem mais energia.

Efeito reduzido: os raios solares, quando incidem obliquamente na superfície terrestre, atravessam uma camada mais espessa da atmosfera. Disto resultam maior perda de energia e maior superfície de distribuição.



Efeito máximo: os raios solares, quando incidem verticalmente na superfície terrestre, atravessam uma camada atmosférica menos espessa. Disto resultam perda mínima de energia e superfície de distribuição também mínima.

Figura G-3  
Esta figura mostra como a atmosfera e o ângulo de incidência dos raios solares na superfície terrestre afetam a quantidade de radiação solar recebida pela Terra.

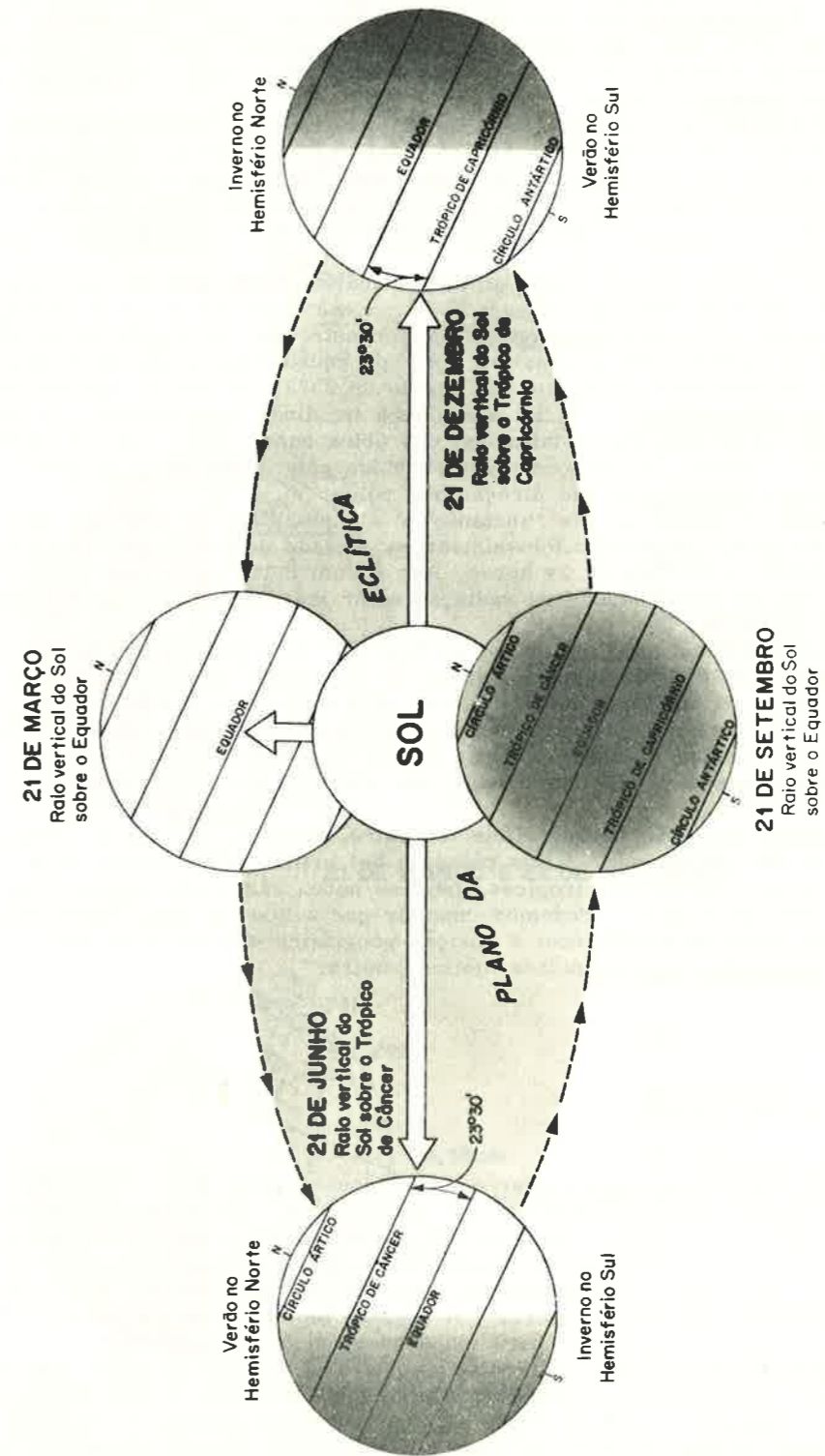


Figura G-4  
Relação entre Terra e Sol no ciclo anual.



Segundo, a radiação solar, que não incide verticalmente na superfície terrestre, sofre dispersão. Uma lanterna pode ser usada para mostrar isso. Quando sua luz incide verticalmente sobre uma superfície, vemos um círculo brilhante. Se inclinamos a lanterna, vemos uma superfície oval e ligeiramente mais opaca; isto porque a luz se dispersou em uma área maior.

Se encararmos a questão como um observador localizado na Terra (onde estão os organismos) em lugar de localizado no espaço exterior, veremos que quanto mais alto o Sol estiver acima do horizonte, maior a quantidade de energia recebida. Em qualquer dia, em qualquer lugar, o Sol está mais alto ao meio-dia (hora local) e qualquer lugar onde o Sol esteja incidindo verticalmente receberá a quantidade máxima de radiação solar.

A medida que a Terra gira ao redor do Sol, a inclinação do seu eixo provoca insolação diferente conforme a latitude (figura G-4). Ao meio-dia de 21 de junho, a radiação solar incide verticalmente na superfície terrestre até um ângulo de 23°27' (vinte e três graus e vinte e sete minutos) ao norte do equador (ao longo do Trópico de Cancer) e a 21 de dezembro incide em um ângulo de 23°27' ao sul do equador (ao longo do Trópico de Capricórnio). O Sol nunca está incidindo verticalmente em nenhum ponto ao norte ou ao sul dessas latitudes; nos polos nunca está a mais de 23°27' acima do horizonte. Assim, a radiação solar recebida pela Terra é maior entre os trópicos e decresce rapidamente em direção aos pólos.

A radiação solar recebida em um "instante" é a intensidade da radiação. Mas, para uma planta que esteja realizando fotossíntese, a unidade de tempo mais importante é, provavelmente, o período de 24 horas, isto é, um dia. Por isso, precisamos considerar não só a intensidade da radiação solar mas, também, sua duração em um período de 24 horas.

A duração também resulta da inclinação do eixo da Terra em relação ao Sol. Examinando a figura G-5 cuidadosamente, vemos que as partes da Terra acima de 66°30' de latitude norte ou sul têm, durante o ano, pelo menos um período de 24 horas sem luz solar. Também podemos ver que, ao longo do equador, há sempre um período de 12 horas entre o nascer e o pôr do Sol e, a duração desse período não varia muito nos trópicos. Por outro lado, nos pólos, o Sol brilha durante quase 6 meses.

Assim, há grande variação na superfície terrestre, tanto na duração da radiação solar quanto na sua intensidade. Nos pólos, o Sol brilha por 6 meses, mas sua intensidade é sempre baixa; nos trópicos, os dias nunca são muito longos, mas a intensidade da radiação é alta. Podemos concluir que a taxa da fotossíntese na superfície terrestre varia de acordo com a posição geográfica e a época do ano, com efeitos correspondentes na comunidade biótica inteira.

### DISTRIBUIÇÃO DO CALOR

Até agora discutimos a radiação solar como se fosse apenas luz. Na realidade, ela contém comprimentos de onda que não são visíveis, mas essas faixas não contêm energia na forma de calor. O calor dos raios solares resulta da transformação da energia luminosa, quando a luz alcança os corpos, o ar que nos cerca ou outros materiais. (No espaço interplanetário, onde há grande quantidade de radiação, mas não há matéria, há pouco calor.) A luz é a fonte de energia para a fotossíntese, mas o calor é importante para todos os processos bioquímicos.

O aquecimento provocado pelo Sol resulta da interação da energia solar com a matéria e nos leva a uma notável conclusão: a atmosfera terrestre é aquecida de baixo para cima. Quando a radiação solar alcança a camada externa da atmosfera, cede pouco calor, porque as moléculas que compõem essa camada são poucas e

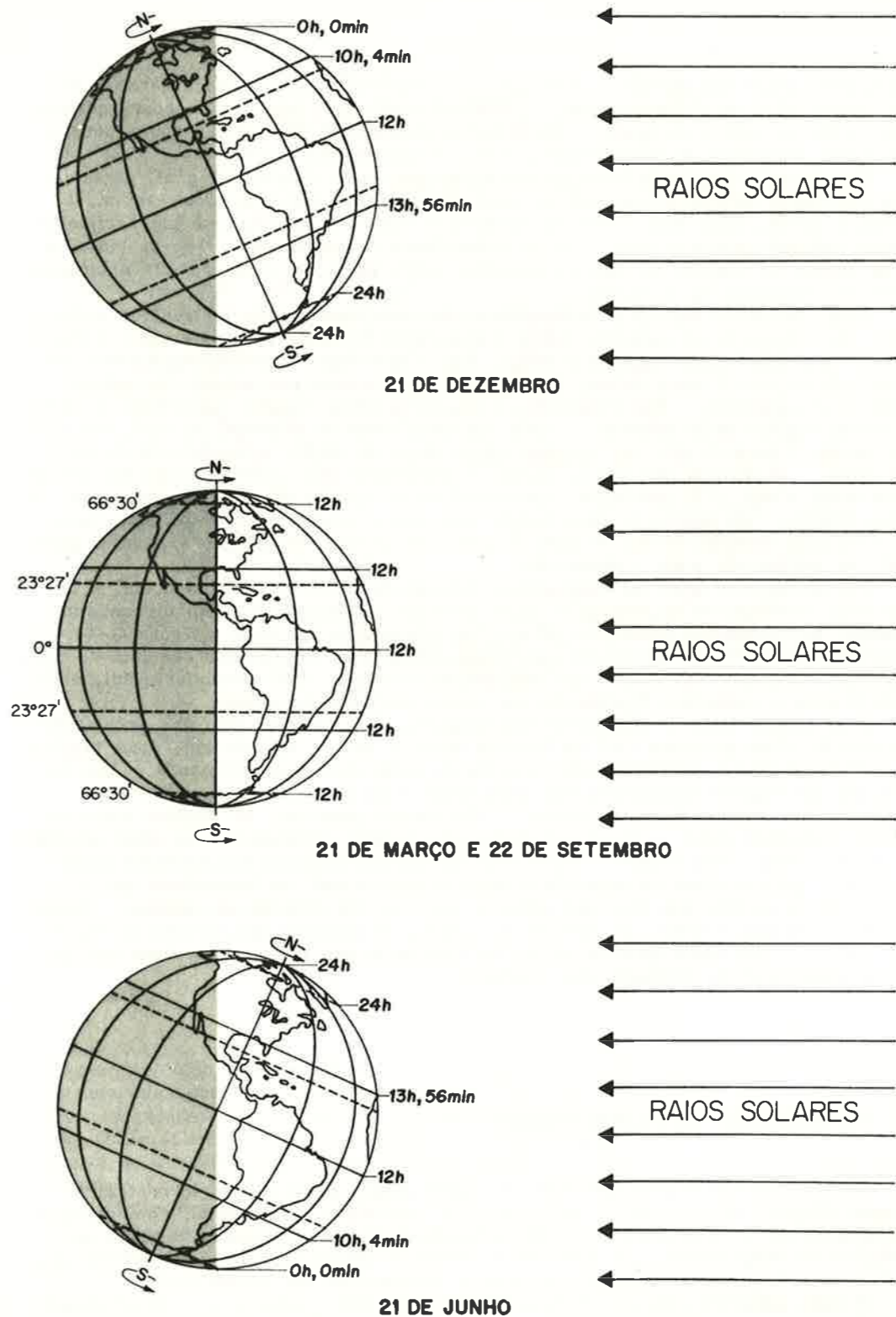


Figura G-5  
Distribuição da radiação solar diária no ciclo anual.



distanciadas umas das outras. Nas camadas inferiores, o ar é mais denso e absorve mais calor da radiação solar. Porém, a principal conversão ocorre quando a luz incide no solo e na água. Portanto, à despeito do Sol brilhar sobre nós, o aquecimento resultante de seus raios provém da superfície terrestre.

Quando se coloca uma fonte de calor sob um fluido (líquido ou gás), as moléculas inferiores sobem porque são as mais aquecidas. Dispersam-se, assim, e cobrem a porção mais fria. Desta maneira o calor se distribui em um recipiente de água colocado sobre o fogo. O ar é um fluido e, em um ano, recebe mais calor na região do equador do que em qualquer outra parte. Disso resulta um padrão básico de circulação atmosférica.

Esta circulação maciça é consequência de uma distribuição desigual da radiação solar; ela transporta ar aquecido sobre a superfície terrestre, como mostra a figura G-5). A energia solar fornece a força, mas a gravidade também desempenha sua parte. O ar frio é mais denso, isto é, tem mais massa por unidade de volume, do que o ar aquecido. Em resultado, o ar desce sobre regiões mais frias e eleva-se sobre regiões mais quentes. Uma vez que, junto ao equador, o ar é, em geral, mais quente e leve do que em qualquer outra parte do globo, o movimento do ar é para cima. À medida que ele se eleva, é substituído por ar frio, vindo dos hemisférios norte e sul. O movimento horizontal do ar resulta em ventos constantes, os ventos alísios. O padrão de distribuição dos ventos muda com o movimento sazonal — do raio vertical do Sol — para o norte, no período de janeiro a junho e para o sul, no período de julho a dezembro.

Um outro fator afeta os ventos — a rotação da Terra. Devido a ela, o ar mais frio, movendo-se na região de baixa pressão equatorial não vem diretamente do norte, no hemisfério norte, ou do sul, no hemisfério sul (veja a figura G-6). No hemisfério norte, as correntes que fluem em direção ao equador desviam-se para a direita, resultando em ventos que sopram do nordeste. No hemisfério sul, a deflexão é para a esquerda, resultando em ventos que vêm de sudeste.

O ar quente tende a afastar-se dos trópicos. O ar mais frio das áreas subtropicais de altas pressões (30° de latitude norte e 30° de latitude sul, duas regiões de ar descendente) é constantemente trazido de volta para reaquecimento. Isto significa que as regiões equatoriais são mais frias e as latitudes médias são mais quentes do que seriam de outra forma. Em outras palavras, as regiões entre os trópicos exportam calor. O ar que desce nas regiões subtropicais de altas pressões não perdem todo o seu calor. Parte dele forma redemoinhos nas latitudes mais elevadas — para o norte no hemisfério norte e para o sul, no hemisfério sul — mistura-se ao ar frio que vem dos pólos e move-se em direção ao equador. Esses movimentos levam o calor em direção aos pólos, de maneira que mesmo as regiões mais extremas são mais quentes do que se esperaria que fossem com base nas pequenas quantidades de radiação que recebem.

#### DISTRIBUIÇÃO DO VAPOR D'ÁGUA

Os oceanos são a principal fonte de vapor d'água para o meio terrestre. O vapor d'água é trazido para a terra pelo ar circulante. Por isso, compreender a circulação do ar atmosférico é muito importante para compreender também as condições de temperatura e de umidade na Terra e estas, por sua vez, são os dois fatores mais importantes para se entender a distribuição dos organismos.

A água aquecida evapora-se mais depressa do que a água fria. O ar aquecido retém mais vapor d'água do que o ar frio. O ar, quando passa sobre águas oceânicas aquecidas, absorve muito vapor d'água. Quando o ar esfria, o vapor

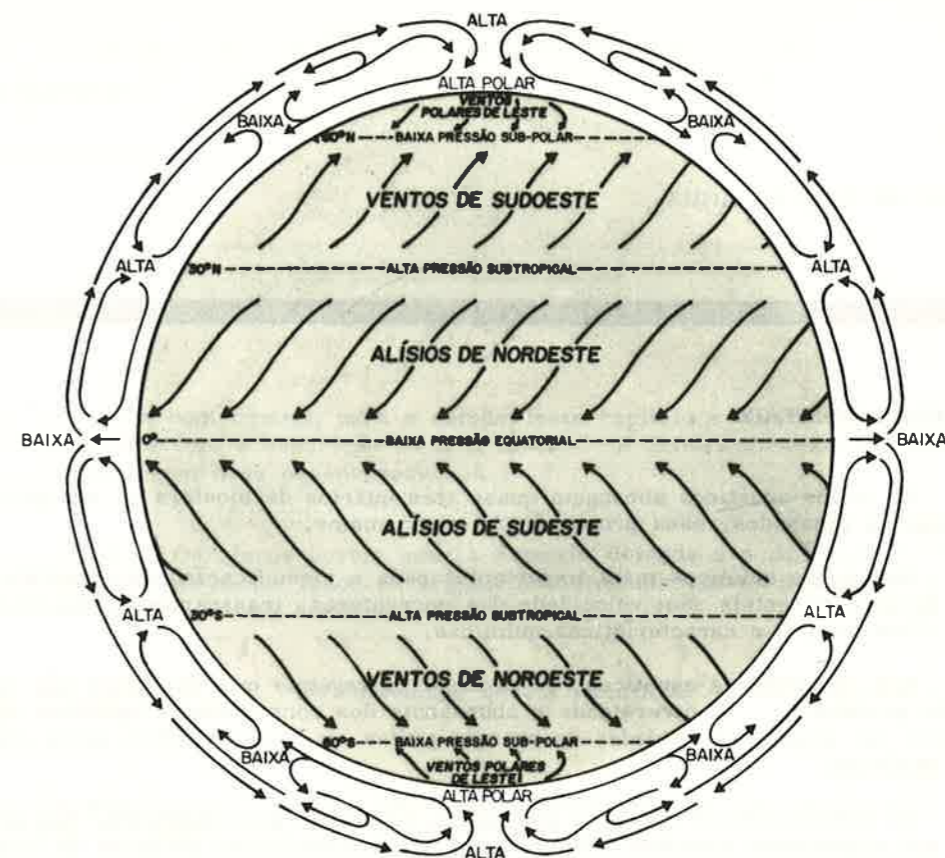


Figura G-6  
Padrão básico da circulação da atmosfera na superfície terrestre, em função das faixas de altas e baixas pressões.

d'água cai como chuva ou neve. A precipitação pode ocorrer quando o ar passa de uma área oceânica aquecida para uma área terrestre mais fria. Isso explica o clima relativamente úmido da Europa Ocidental e as chuvas de inverno da Califórnia, Chile Central e Mediterrâneo. O vapor d'água pode precipitar ao encontrar massa de ar mais frio. Um exemplo disso são as penetrações da massa equatorial continental, no verão, pelo Sul do Brasil, provocando fortes aguaceiros.

Por outro lado, ao longo da costa norte do Chile, o ar vem de um oceano frio, onde capta pouca água, para uma terra quente, onde não há massas de ar frio. O resultado é um dos mais secos desertos do mundo. (Veja a figura 8 . 7). Mas há outra maneira de o ar perder vapor d'água. Já vimos que a atmosfera superior é fria. Uma massa de ar que sopra contra uma montanha eleva-se e, tornando-se mais fria, perde sua umidade. É desta maneira que o cimo dos Andes chilenos recebe a umidade que não cai como chuva no litoral.

## CAPÍTULO 9

## PADRÕES DE VIDA NA ÁGUA

## IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Os meios aquáticos abrangem quase três quartos da biosfera e, em períodos geológicos passados, essa proporção foi ainda maior.
2. Os fatores abióticos mais importantes para a classificação dos ecossistemas de águas continentais são: velocidade das correntezas, transparência, movimento circular ("turnover") e características químicas.
3. Nas comunidades aquáticas, os protistas e vegetais microscópicos são os principais produtores. A diversidade e abundância dos consumidores aquáticos são indicadores das grandes quantidades de energia postas em disponibilidade pelos produtores aquáticos.
4. As características químicas dos mares resultam, principalmente, das atividades dos organismos marinhos, assim como as características químicas da atmosfera são, em grande parte, resultado das atividades dos organismos terrestres.
5. Explorações recentes revelaram que há vida nas regiões abissais.
6. O homem influenciou nos ecossistemas de águas continentais quase tanto quanto influenciou na superfície terrestre. Entretanto, a não ser por pequenas alterações nos litorais, sua influência nos oceanos é mínima. As profundidades oceânicas são um campo de exploração tão rico em possibilidades quanto o espaço solar.

## ORIENTAÇÃO GERAL

No Capítulo 8 discutiram-se os princípios de tolerância, fatores limitantes e biomas em contexto com a vida terrestre. Esses mesmos princípios voltam a ser exemplificados no Capítulo 9. Os conceitos adicionais são específicos para a vida aquática. Os termos novos são poucos, de maneira que o vocabulário é bem fácil.

Não há dúvida sobre a importância da biologia dos sistemas aquáticos, mas em vista da superposição de conceitos dos Capítulos 8 e 9, este último poderá ser omitido, se necessário. Neste caso, alguns estudantes que se interessem pelo assunto ou que tenham completado seu trabalho com maior rapidez, poderão estudá-lo. Esse trabalho individual ou feito por pequenos grupos deve incluir a Investigação 9 . 1 como demonstração. Porém, é conveniente que todos os alunos leiam o trecho "O Meio Oceânico" (pp. 108 e 110-111), quando se discutir a origem da vida no Capítulo 10.

O Capítulo 9 pode ser dividido facilmente em três partes: pp. 91-97 (questões

1 a 4), 99-106 (questões 5 a 10), 108 e 110-118 (questões 11 a 16).

## ALGUMAS NOTAS

Águas Continentais (parte)

pp. 91-97

p. 91: Um bom começo para o estudo deste capítulo é mostrar diapositivos ou figuras que ilustrem a descrição de uma lagoa. A leitura do texto acompanhará a discussão feita com base nesses recursos.

pp. 92-97: Os alunos devem usar a Segunda Unidade e o Apêndice II (Vol. I). Figuras representando quase todos os organismos mencionados na descrição da lagoa aparecem no volume I desta série.

p. 94, figura 9 . 2: Os estudantes devem identificar esses animais como artrópodes.

p. 96, figura 9 . 6: Esta ilustração é parte integral das considerações sobre ecologia de lagoa. Não deve passar despercebida.

Investigação 9 . 1Sucessão em um Ecossistema de Água Doce

(pp. 97-98)

Esta investigação dá uma boa idéia da biologia de sistemas de água doce, sem que seja necessária uma excursão. Relaciona-se particularmente com sucessão e possibilita melhor compreensão deste conceito.

O professor gastará cerca de metade de uma aula para discutir a introdução a esse exercício (terceiro parágrafo da p. 97). Os estudantes devem sugerir hipóteses para os dois problemas propostos e, na discussão final, devem relacionar os dados obtidos com as hipóteses feitas.

Material

Os frascos de boca larga podem ser vidros de conserva vazios. Precisam



estar bem limpos. Devem ser bem lavados e enxaguados várias vezes, para remover todos os vestígios de sabão ou de detergente; traços desses produtos podem matar muitos organismos aquáticos.

A água de lagoa deve ser esterilizada pela fervura e, em seu lugar, pode-se usar água de chuva. Se tiver que usar água de torneira, deixe-a em repouso durante 48 horas, pelo menos, em recipientes de vidro rasos. Alguns organismos são muito sensíveis a traços de íons metálicos, especialmente os de cobre.

### Procedimento

É conveniente preparar vários conjuntos. Porém, mesmo um conjunto por classe pode trazer problemas de espaço, porque esta investigação demora cerca de 6 semanas. Se não houver espaço suficiente no laboratório, alguns alunos poderão levar os recipientes para casa e trazer para a escola apenas amostras da água para os exames ao microscópio. Para evitar problemas com o transporte do material, é preferível usarem-se frascos de plástico.

Os recipientes não devem ser colocados sob luz direta, por mais de uma hora por dia, especialmente se a exposição se der por volta do meio-dia.

### Discussão

- (2) Os organismos do frasco A vieram dos ramos, folhas mortas e pedrinhas. Os do frasco B vieram do ar (cf. Investigação 6 . 1).
- (3) Geralmente os organismos desaparecem, mas é difícil generalizar a causa. Os estudantes devem fazer especulações lógicas sobre a questão.
- (5) O frasco C.
- (6) O frasco A.
- (7) A sucessão deve ser mais evidente no frasco A.
- (8) Provavelmente, sucessão mais rápida ocorrerá em uma "nova" formação de água doce, parada, que surja onde existam restos de uma formação aquática anterior.

### Outras questões para discussão:

- (a) Qual dos frascos pode ser considerado controle?

R.: B.

- (b) Por que é melhor usar água de lagoa em lugar de água destilada nesta investigação?

R.: A esterilização mata os organismos, mas não remove os minerais e, possivelmente, as substâncias orgânicas importantes para os organismos.

- (c) Por que se usa água destilada para substituir a água perdida por evaporação?

R.: Uma vez que as quantidades substituídas poderão diferir nos vários conjuntos, a água destilada causará modificação mínima.

- (d) Qual a fonte de energia nos três frascos?

R.: A luz é a principal, mas também devem ser lembrados os materiais orgânicos dissolvidos na água, alguns detritos (Frasco A), alguns organismos (Frasco C).

### Águas Continentais (cont.)

(pp. 99-106)

p. 99, nota de margem: A concentração salina é uma variável evidente. Outras variáveis são a temperatura e a luz. Alguns estudantes poderão mencionar tipos de sais; neste caso, devem ser considerados tanto os ânions como os cátions.

p. 99, §§ 6 e 7: As grandes correntes marinhas também contribuem para a oxigenação da água do mar.

pp. 99 e 100: O problema dos Lagos Baikal e Tanganika pode ser tratado como um "Convite ao Raciocínio", antes que os estudantes leiam o item "Lagoas". Poderão, assim, avaliar suas hipóteses à medida que lerem o trecho.

p. 100, nota de margem: Quanto maior e mais profundo for o lago, menos contribuirão para o fornecimento de energia do ecossistema as plantas enraizadas, localizadas sempre nas partes mais rasas.

p. 103, § 1: Considere o Vale do Rio Nilo, por exemplo. Os estudantes deverão sugerir possibilidades de irrigação, além do solo criado em consequência das cheias anuais.

pp. 104-105, figura 9 . 9: Este esquema representa muitos quilômetros ao longo do curso de um rio.

p. 104, § 4: Pode ser feita uma breve discussão sobre o valor da drenagem versus o valor da construção de represas, mas este assunto será tratado especificamente no Capítulo 21 (Vol. III).

p. 105, § 1: Relacione este parágrafo com o conceito de teia alimentar e perda de energia através dos níveis tróficos (figura 1 . 9, p. 23, Vol. I).

pp. 105, § 4: Não se mencionam os problemas de saúde resultantes da poluição, porque este assunto é tratado constantemente em jornais e revistas. Entretanto,



to, certifique-se que seus alunos estão conscientes do problema.

### Os Oceanos (parte)

(pp. 106-108)

p. 106, figura 9 . 10: Os estudantes precisarão de auxílio para interpretarem este gráfico. As percentagens da abscissa são cumulativas.

p. 108, figura 9 . 12: Da mesma forma que os constituintes principais ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{CO}_3^{--}$ ), as concentrações dos demais elementos variam muito de lugar para lugar e de época para época.

### Investigação 9 . 2

#### Efeitos da Salinidade em Organismos Aquáticos

(pp. 109-110)

Esta investigação relaciona-se particularmente ao fenômeno da tolerância, já discutido no Capítulo 8. Todos os organismos aquáticos precisam ser tolerantes às variações nas concentrações das substâncias dissolvidas no meio em que vivem. Isto é básico para sua sobrevivência. De modo mais amplo, a investigação relaciona-se também à osmorregulação. Quando o conceito de difusão for discutido no Capítulo 12 (Vol. III), referências às observações feitas durante este exercício ajudarão a compreender melhor este abstrato processo molecular.

Dedique algum tempo da aula à uma discussão preparatória do exercício. Seus alunos devem elaborar uma hipótese e saber como testá-la através do procedimento.

#### Procedimento

Cada par de estudantes deverá verificar os efeitos das várias concentrações de cloreto de sódio sobre um mesmo organismo. Podem ser usados muitos organismos diferentes. Sugerimos os seguintes:

Ameba

Artemia

Daphnia ou Cyclops

Euglena

Hidra

Rotíferos

Spirogyra ou outras algas filamentosas

Vorticella

Como preparação, toda a classe deverá observar o efeito de uma solução salina a 5% sobre células de elódea. Como, nessas células, a plasmólise é evidente e facilmente observada, os alunos terão uma boa base para comparações.

(1) Diversas suposições podem ser sugeridas, mas a principal é que a técnica empregada permite substituir realmente a solução salina por água relativamente pura. Isto não é conseguido de uma única vez; o sal é retirado através de sucessivas aplicações de água.

#### Discussão

Todas as questões propostas nesta investigação dependem das observações feitas durante o Procedimento. Espera-se um grande número de variações. Algumas serão decorrentes da maneira como os alunos realizaram o Procedimento (o tempo de observação é muito importante); outras serão devidas às variações à tolerância em indivíduos diferentes. Para organismos microscópicos de água doce, a variação individual pode ser maior do que a variação entre espécies. Entretanto, no caso da Artemia haverá um contraste marcante com a maioria das outras espécies, devido à sua capacidade de tolerar concentrações de até 5%.

(4) O fato de o organismo não se recuperar, pode ser apenas consequência do tempo de observação. É possível que o tempo necessário para a recuperação seja mais longo do que o esperado.

(5) Dos organismos mencionados, a Artemia é o mais tolerante.

#### Para Investigação Posterior

Se forem usadas espécies marinhas, as concentrações não devem ultrapassar 3,5%.

#### Os Oceanos (cont.)

(pp. 110-118)

p. 111, nota de margem: Sílica e carbonato de cálcio são removidos do meio ambiente pelos organismos e permanecem, durante longos períodos geológicos, nos esqueletos e carapaças acumulados no fundo oceânico.

p. 115, nota de margem: Nos corpos desses peixes há gases ajustados às grandes pressões externas das profundidades oceânicas. Quando os peixes são trazidos para a superfície, a pressão externa se reduz e, não havendo mais equilíbrio entre ela e a pressão interna dos gases, estes se expandem e podem romper membranas no interior do animal.

p. 115, § 3: É interessante fazer algumas comparações entre a ecologia de cavernas e a ecologia das profundidades oceânicas.

p. 116, nota de margem: As plantas que possuem raízes ou apressórios (caso das grandes algas) precisam de substrato estável para sua fixação. Assim, areias móveis têm poucas plantas, quer estejam acima da zona das marés (caso das dunas) ou abaixo delas.

#### Questionário

(p. 118)

11. Ao responder a questão, o estudante deve esclarecer qual o tipo de organismo. Dificilmente é possível uma afirmação geral, que englobe todos os pequenos seres.

#### Problemas

(pp. 119-120)

1. Devem ser comparados: origem, tamanho, profundidade, organismos, teias alimentares, estágios da sucessão.

2. Um dia nublado, reduzindo a intensidade luminosa, diminui a taxa de fotossíntese. Os ventos, porém, provocam a circulação do fitoplâncton, dos gases e dos nutrientes e isto aumenta a taxa de fotossíntese: mais fitoplâncton fica exposto ao sol e mais nutrientes ficam junto à superfície; além disso, a superfície da água torna-se ondulada e uma superfície ondulada reduz a reflexão da luz.

3. Quando peixes de uma única espécie são introduzidos em uma lagoa rica em alimentos, a reprodução rápida leva a uma população densa (Investigação 2 . 2) mas, devido à competição intra-específica, os indivíduos são de tamanho reduzido. Se for introduzido neste sistema pelo menos uma espécie predadora desses peixes, o excesso de descendentes da população inicial tende a ser consumido e aumenta o tamanho médio dos peixes remanescentes.

4. Águas ácidas associam-se a pântanos, brejos e cursos d'água que desembocam em águas pantanosas. Em geral, águas onde são eliminados resíduos de indústrias são fortemente ácidas. Nas águas de baixo pH, peixes e plâncton são raros.

Águas alcalinas são características de áreas que têm substratos calcários ou de marga (calcário argiloso). Geralmente possuem maior diversidade de espécies e maior produtividade.

5. Todas as respostas a essas questões ligam-se ao fato de a densidade da água ser maior que a do ar.

(a) A resistência ao movimento na água é maior do que no ar e aumenta

rapidamente com o aumento da velocidade.

(b) e (c) As aves, que capturam sua presa no vôo, correspondem aos peixes, que capturam seu alimento enquanto nadam. Em ambos, a forma aerodinâmica está associada ao nicho de predadores.

(d) Os organismos do plâncton, flutuando nas águas, não encontram resistência ao movimento.

(e) É necessário mais energia para andar sob a água, devido à maior resistência que esta oferece, porém menos energia será gasta para suportar o corpo, devido ao fato do empuxo na água ser maior do que no ar. (Esta resposta supõe que o organismo resista à pressão da água).

6. Em essência, a resposta é: as águas dos estuários obedecem a um gradiente que vai desde água salgada até água doce, passando por água salobra. Os limites entre essas faixas avançam e recuam com as marés. Portanto, os organismos que vivem nos estuários precisam ter ampla faixa de tolerância para a salinidade.

7. (a) Provavelmente o Japão é o país que mais utiliza os recursos marinhos.

(b) Os alimentos obtidos do mar incluem baleias, peixes, crustáceos (camarão, lagostas, caranguejos, siris), moluscos (ostras, mariscos, mexilhões, caramujos, polvos, lulas) e as grandes algas (Laminaria, por exemplo).

(c) É difícil coletar os produtores marinhos, porque na maioria são formas planctônicas, microscópicas.

(d) Alguns biólogos acreditam que o homem está coletando quase o máximo que pode ser obtido no mar. O suprimento de minerais, tais como nitratos e fosfatos, parece limitar a produção em grande parte do oceano.

(e) Quando capturamos organismos de tamanho comestível, os materiais atravessaram diversos níveis tróficos, com grande perda de energia (figura 1 . 9).

8. Esta questão focaliza grandes áreas marinhas, tal como o Mar dos Sargaços, que são deficientes em nitratos e fosfatos e, por isso, têm produtividade muito baixa. Isto contrasta com áreas com correntes ascendentes (tais como as costas orientais das Américas do Norte e do Sul), que trazem minerais das profundidades para a superfície e com áreas de águas rasas, junto a foz de rios, que trazem minerais da terra. Nestas áreas, a pesca marinha é intensa e frotas pesqueiras de muitos países podem congregam-se aí.

9. A poluição dos mares pode ser consequência da eliminação de lixo, óleo e detritos radiativos. A diluição dos materiais é o principal argumento para se usarem os mares como uma forma de dispor dos detritos indesejáveis, mas é necessário cuidado com os efeitos das correntes, estagnação em bacias e concentração ecológica dos materiais nas teias alimentares.

Problemas Adicionais

1. Medidas de oxigênio, feitas em um lago dos Estados Unidos (latitude média) forneceram os seguintes dados:

Profundidade (em m)	Oxigênio (cm <sup>3</sup> por litro)		
	24 de agosto	11 de outubro	10 de novembro
0	5,5	4,8	6,0
5	5,3	4,3	6,0
10	0	4,3	5,2
15	0	4,8	4,0
20	0	5,0	2,0

Descreva, em um pequeno parágrafo, o princípio ilustrado por esses dados. Como esse fenômeno influencia o ciclo dos minerais? Caracterize as necessidades dos organismos que vivem a 20 metros de profundidade. Onde é maior a proporção de sapróvoros? E a de produtores?

R.: Os dados mostram que a circulação de materiais nas águas de lagos de latitude média varia com as estações do ano. Esta circulação ("turnover") tende a distribuir os minerais e o oxigênio. Qualquer organismo que viva permanentemente a 20 metros de profundidade precisa ser anaeróbio facultativo e muitos deles serão sapróvoros. Os produtores devem viver em profundidades onde possa penetrar luz suficiente para a fotossíntese.

2. Em um congresso de limnologistas, um dos pesquisadores relatou haver verificado que muitos dos organismos microscópicos dos pequenos rios tropicais da América do Sul eram semelhantes aos dos pequenos rios das latitudes médias da América do Norte. Como se pode explicar o fato?

R.: Pequenos organismos aquáticos, em seus estágios dormentes (cistos ou esporos), são facilmente transportados de um rio para outro nos pés e nas penas de aves aquáticas. Também, muitos organismos microscópicos, nos estágios dormentes, são levados pelo ar, junto com a poeira, quando secam rios ou lagos temporários.

3. Por que a introdução de pequenas quantidades de detritos orgânicos em lagos às vezes aumenta o tamanho e a produtividade das populações animais? Por que isso não é um bom argumento para a eliminação de detritos nos rios?

R.: Restos orgânicos fornecem alimento para os sapróvoros e nutrientes para os produtores, porém, quando em grande quantidade, prejudicam o ecossistema, estimulando o aumento das populações de decompositores. Frequentemente, o resultado são condições desfavoráveis do ponto de vista humano, tal como produção de odores desagradáveis e decréscimo das populações de peixes.

4. Por que organismos de lago depositam-se no fundo quando morrem? Que aconteceria a um ecossistema de lago se isso não ocorresse?

R.: Em geral, o material orgânico é ligeiramente mais denso do que a água. A segunda parte do problema dependerá da imaginação do estudante.

5. Como a quantidade de nitrogênio fixada em um ecossistema aquático pode ser comparada à quantidade fixada em terra?

R.: Este problema testará a capacidade de pesquisa e de raciocínio dos estudantes. As medidas da fixação de nitrogênio são muitas, mas não existe uma estimativa geral.



## PADRÕES DE VIDA NO PASSADO

## IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Os fósseis são a evidência tangível da existência de organismos no passado.
2. Com base nessa evidência, os paleontólogos puderam esquematizar a história da vida na Terra. Porém, essa história é mais do que uma simples relação de nomes e de descrições dos organismos extintos. Ela inclui reconstruções de comunidades bióticas, de climas e mesmo de ecossistemas inteiros.
3. Para reconstruir o passado, com base nessas evidências esparsas e fragmentadas, os paleontólogos precisam ter um conhecimento completo dos organismos e dos ecossistemas atuais. Dele, por inferência e análise lógica, extrapolam seus conhecimentos para o passado, guiados pelos fósseis. "O presente é a chave do passado".
4. Embora o homem saiba pouco — e, provavelmente nunca venha a saber muito sobre a história da Terra — seus conhecimentos aumentam à medida que novos fósseis são descobertos. Quase anualmente surgem descobertas que fazem com que a idade da vida recue no tempo.
5. Nos estratos sucessivos de rochas sedimentares, a presença de certos fósseis e a ausência de outros permitiram aos paleontólogos construir uma seqüência do tempo geológico. Recentemente, medidas das substâncias resultantes da transmutação de elementos radioativos auxiliaram a criação de uma escala de tempo geológico mais precisa.
6. Embora pareça provável que a vida neste planeta tenha se originado nos oceanos, os paleontólogos não dispõem de evidências diretas sobre como ela surgiu. Alguns biólogos teceram especulações sobre a origem de compostos carbônicos complexos, que poderiam ter sido os precursores químicos dos sistemas vivos mais simples. Experiências recentes, feitas em laboratório, apóiam algumas dessas especulações.
7. O registro fóssil indica que, durante a história biológica da Terra, à medida que os ambientes se modificavam, organismos que haviam sido abundantes extinguiram-se e apareciam novos tipos de organismos. Por outro lado, em ecossistemas que sofreram poucas modificações através do tempo (certas situações marinhas, por exemplo) muitos organismos mostram grande estabilidade.
8. O registro fóssil indica que, através do tempo, muitos grupos de organismos relacionados exibiram o fenômeno de irradiação adaptativa (ocupação de nichos diferentes por membros de um grupo taxinômico), bem como divergência adaptativa (busca de um mesmo modo de vida por organismos não relacionados).

9. O registro fóssil não indica apenas a distribuição passada dos organismos. Também ajuda a explicar a distribuição atual. "O passado esclarece o presente".

## PLANEJAMENTO

Mimeografar a tabela (figura 10 . 21) para ser distribuída entre os alunos.

Providenciar material para a Investigação 11 . 1: infusão, caramujos aquáticos ou girinos, planárias, tubos de vidro recurvados como mostram as figuras 11 . 4 — 11 . 6 do livro do aluno.

## ORIENTAÇÃO GERAL

Seriam necessárias muitas páginas para contar a história do que se sabe sobre a vida no passado. Além disso, em um curso que tenta pôr grande ênfase na pesquisa científica, a simples narração de fatos é insuficiente. Porém, a natureza da pesquisa em paleontologia torna difícil aos alunos realizarem investigações neste campo. Por isso, fêz-se uma tentativa para atingir, através do texto, alguns objetivos que deveriam ser alcançados através de trabalho prático.

É preciso que os alunos adquiram certa familiaridade com os fósseis, desde o começo do estudo do Capítulo 10. Se a escola estiver próxima a área de sedimentação fossilífera, é conveniente organizar uma excursão com a classe. O professor pode, também, levar alguns alunos voluntários a uma excursão no sábado ou no domingo, para coleta de fósseis. Porém, independentemente da localização da escola, o professor deve procurar conseguir alguns fósseis para ter na sala de aula.

O Capítulo 10 pode ser logicamente dividido em três trechos para estudo: "Evidências do Passado", "A História da Vida" e "O Trabalho do Paleontólogo". Os dois primeiros trechos podem ser designados para leitura seguida (pp. 121 - 137 — questões 1 a 13). A única investigação faz parte do trecho final. Neste capítulo também é preciso dar grande ênfase às ilustrações.

Quando analisamos uma fotografia de uma paisagem de bioma distante, estamos diante de evidências sujeitas apenas a uma estreita margem de erro, imposta pelas limitações da fotografia. Porém, uma ilustração que representa uma cena do passado é um artefato, sujeito a milhares de erros, resultantes da tradução das evidências fornecidas pelos fósseis. É muito importante que os estudantes percebam isso com clareza. O próprio professor deve ter sempre em mente que, em geral, quanto mais "viva" for a ilustração de uma cena do passado geológico, provavelmente mais o artista se distanciou das evidências disponíveis.

Por causa disso, tentou-se equilibrar as ilustrações, mostrando-se restaurações e fotografias de fósseis. Com o mesmo objetivo, tentou-se distinguir as afirmações que são fatos relacionados à ocorrência de fósseis das afirmações que são interpretações de tal ocorrência. É preciso que o professor dê ênfase a essa diferença nas discussões em classe.

Lembre aos estudantes para, sempre que necessário, consultarem a Segunda Unidade e o Apêndice II do Volume I. Apesar desse livro não tratar de organismos do passado, será útil procurar situar os grupos extintos no conjunto de organismos atuais. A maioria dos grupos dos níveis superiores de classificação têm

longas histórias, de maneira que são mencionados freqüentemente no Capítulo 10. Porém, o motivo principal para os alunos consultarem o Apêndice II é dar ao professor uma oportunidade de mostrar como o arranjo de grupos taxinômicos reflete as tentativas dos taxinomistas retratarem a filogenia — assunto discutido superficialmente no Capítulo 4. Naturalmente, o Capítulo 10 é muito importante por mostrar evidências a favor da evolução.

#### ALGUMAS NOTAS

##### Evidências do Passado

(pp. 121 - 126)

p. 121, § 2: Nem todos os objetos achados em escavações são fósseis, mesmo que sejam semelhantes a organismos. Muitas vezes as semelhanças são casuais, apesar de tão grandes que só um especialista distinguirá essas formas dos fósseis verdadeiros.

p. 122, § 2: Exemplos de tais "indicações" estão na figura 10 . 4 (pistas deixadas por artrópodes) e 10 . 9 (estruturas originadas da atividade de cianofíceas).

p. 125, figura 10 . 6: Provavelmente, se os estudantes consultarem outros livros, encontrarão números diferentes dos apresentados nesta tabela e, à medida que mais dados forem obtidos, com a datação através de isótopos radiativos, outros números serão aceitos.

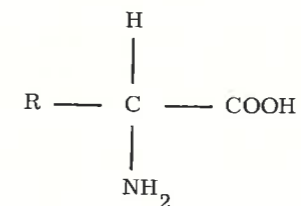
p. 126, figura 10 . 7: A garganta escura, no fundo do canyon (lado direito, inferior), na qual corre o rio Colorado (que não aparece na figura) é cortada em xistos e granito do Pré-Cambriano e as rochas da borda são sedimentares do Permiano. Como muitos "livros geológicos", neste também faltam muitas "páginas", incluindo as do Paleozóico médio (Ordoviciano, Siluriano e grande parte do Devoniano) e tudo o que for mais recente que o Permiano. Assim, as rochas do Grand Canyon, representadas nesta figura, não representam a "Idade dos Répteis" (Mesozóico) ou a "Era dos Mamíferos" (Pleistoceno). Os estudantes podem supor que as "páginas que faltam não foram depositadas ou foram erodidas.

##### A História da Vida

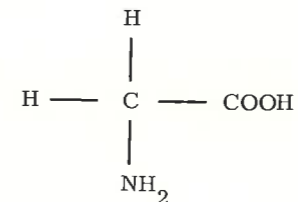
(pp. 126 - 137)

p. 127, § 1: O livro de Oparin, A Origem da Vida, foi traduzido para o português (Editora Vitória, Rio de Janeiro, 1956).

p. 127, § 1: Os aminoácidos contêm, pelo menos, carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Sua fórmula geral é



R representa a parte que varia de um aminoácido para outro. No mais simples deles, glicina, R é um átomo de hidrogênio.



Da ligação entre os aminoácidos surgem as proteínas. Isto será estudado no Volume III, mas poderá ser necessário explicar o que são aminoácidos para os estudantes entenderem o trabalho de Miller.

p. 128, § 1: Continuam as pesquisas sobre síntese de moléculas orgânicas complexas. Em 1967, Arthur Kornberg e Mehran Goulian sintetizaram moléculas ativas de DNA. Este DNA, constituído por cerca de 5.500 nucleotídeos, representa o núcleo de um bacteriófago (X 174) que ocorre normalmente no interior de *Escherichia coli*. Ele mostra atividades biológicas, entre as quais a capacidade de infectar células e de se reproduzir. A esta altura do curso, provavelmente, os estudantes não conseguirão alcançar o significado disso, mas o professor poderá querer comentar o fato, durante o estudo dos Capítulos 13 ou 18.

p. 128, nota de margem: As evidências fornecidas pelos fósseis apóiam a idéia de Oparin de que consumidores precederam os produtores. Uma abundância de moléculas orgânicas livres (sintetizadas pelos mesmos processos que deram origem aos primeiros organismos) pode ter sido a fonte de energia para tais consumidores. Ao que se presume, alguns deles evoluíram dando origem aos produtores e, quando a fonte de energia, representada pelas moléculas orgânicas livres, tornou-se insuficiente, os produtores passaram a levar vantagem em um meio onde faltava alimento. Naturalmente, alguns dos primeiros organismos poderiam fazer quimiossíntese, como certas bactérias atuais, que usam compostos de ferro e de enxofre na respiração.

p. 131, § 2: A diversificação dos trilobites é um bom exemplo de irradiação adaptativa, entre os primeiros organismos (ver pp. 147 - 148).



p. 133, nota de margem: Se a decomposição for rápida, os sapróvoros reduzem a matéria orgânica a água e gás carbônico. Decomposição lenta provavelmente ocorre em condições anaeróbicas.

p. 136, § 2 e nota de margem: Há, naturalmente, a possibilidade da maioria dessas bactérias serem sapróvoras. As vezes, entretanto, os remanescentes fósseis mostram anomalias que devem ter sido causadas por agentes patogênicos.

#### Investigação 10 . 1

##### Uma Comparação Paleontológica

(pp. 138 - 141)

Seria ideal que os estudantes pudessem trabalhar com fósseis verdadeiros, como fazem os paleontólogos. Porém, como isso é impossível, esta investigação permitirá ver como o paleontólogo organiza e analisa seus dados.

#### Procedimento

Devem ser destacados os seguintes aspectos:

I. Na figura 10 . 21, os pontos devem ser marcados da mesma maneira que em um gráfico comum, porém, devem ficar exatamente entre as retas que dividem os intervalos de tempo. Naturalmente, a linha que unirá os pontos será ramificada.

II. É necessário seguir cuidadosamente as instruções do primeiro parágrafo do item "Procedimento", p. 140 e do segundo parágrafo da página 141. Seu objetivo é mostrar como dados sobre uma única característica — espaço do maxilar ocupado pelos molares — encaixa-se no esquema filogenético que surgiu do estudo de muitas características.

(3) Miohippus, como diversos outros gêneros, é representado por dois pontos, que indicam sua existência em duas épocas diferentes. É provável que não seja evidente para o estudante a impossibilidade dos gêneros Anchitherium e Parahippus terem evoluído a partir da espécie de Miohippus que era sua contemporânea (Mioceno Inferior). Explique que Anchitherium e Parahippus provavelmente se originaram do Miohippus do Oligoceno Superior.

O trabalho dos estudantes será facilitado, se receberem cópias da grade, representada na figura 10 . 21. Se, na escala horizontal, 4 mm representarem um milhão de anos, a grade poderá ser duplicada em folhas de papel tamanho ofício.

#### Conclusões

(5) Do Hyracotherium para o Miohippus: 0,15 mm/milhão de anos. Esperam-se algumas variações nas respostas a este item e aos dois seguintes. A diferença

entre Hyracotherium e o primeiro Miohippus é  $8,4 - 4,3 = 4,1$  mm. A diferença de tempo, desde o começo do Eoceno até o começo do Oligoceno Superior, é cerca de 27 milhões de anos:  $4,1 \div 27 = 0,15$ /milhão de anos. Do Miohippus para o Megahippus: 0,57 mm/milhão de anos. No Miohippus para o Equus: 0,35 mm/milhão de anos, usando-se o primeiro Miohippus e o último Equus.

(6) Com base nesses dados, a principal generalização que pode ser feita é a seguinte: a velocidade de modificação do tamanho do espaço ocupado pelos molares variou durante a história evolutiva dos Equidae.

(7) Embora a tendência geral, na história dos Equidae, tivesse sido o aumento do tamanho dos molares, a evolução do Merychippus para Calippus trouxe diminuição do tamanho desses dentes e, em algumas poucas outras vezes (mostradas pelo declínio da linha do gráfico), ocorreu reversão semelhante na tendência geral.

#### O Trabalho do Paleontólogo

(pp. 142 - 149)

p. 142, figura 10 . 23: Varanosaurus é um dos gêneros de répteis mais antigos. A pergunta incluída na legenda dará margem a repetir o que foi discutido nos parágrafos 1 e 2 da mesma página. Entretanto, no caso deste fóssil em particular, a característica de réptil é o orifício — forâmen do temporal — que se vê atrás da cavidade orbitária. Embora alguns répteis primitivos não o apresentem, qualquer crânio que mostre uma ou mais dessas aberturas, atrás das órbitas, é de réptil. Outras características que podem ser detectadas nesse esquema são: o crânio ligeiramente arqueado (os anfíbios tendem a ter a superfície do crânio achatada), a única articulação aparente entre o crânio e a coluna vertebral (um côndilo no occipital), cinturas pélvicas e escapular bem desenvolvidas e apêndices bem desenvolvidos.

p. 143 — Mudança e Estabilidade: Este contraste de idéias aparecerá de novo no Capítulo 19 (Vol. III). Aqui, o assunto é tratado apenas sob aspecto histórico; lá, tornar-se-á parte do conceito de evolução.

p. 143, § 5: Há uma nova hipótese, segundo a qual o homem, e não modificações climáticas ou outras forças naturais, pode ter causado a extinção de alguns grandes mamíferos do Pleistoceno. (Paul S. Martin, "Pleistocene Overkill", Natural History, Dezembro, 1967, pp. 32 - 38).

p. 146, figura 10 . 26: O termo "pterossauro", usado na legenda interna desta figura, equivale a "pterodáctilo", mais conhecido.

p. 148, § 1: Um dos melhores exemplos de irradiação adaptativa envolve os marsupiais, cujos membros primitivos, isolados no continente australiano, ocuparam quase todos os nichos representados por todas as outras ordens de mamíferos nas outras regiões do mundo.



Questionário

(pp. 149 - 150)

8. Quando essa questão for proposta, a resposta correta poderá ser muito diferente da resposta baseada na leitura do Capítulo 10, escrito em 1968.

15. É possível explicar as diferenças de modo não científico, por exemplo, diferenças no talento ou técnica dos artistas. Naturalmente, essas razões são válidas, mas não contribuem para resolver o problema proposto.

Problemas

(pp. 150 - 151)

2. Existem muitas explicações mas, recentemente, a idéia da "deriva continental" passou a ser cada vez mais levada em consideração pelos geólogos, especialmente em relação à Antártica. A mudança de atitude com respeito a essa teoria e aos fenômenos biológicos a ela associados, torna este tópico excelente para discussão, mostrando aos estudantes porque os cientistas mudam seu modo de pensar e que as "eternas verdades" científicas (tal como a permanência dos continentes) podem ser transitórias afinal de contas. (Veja: Investigando a Terra (Earth Science Curriculum Project, ESCP), Vol. I, Capítulo 16; A Terra, um Planeta em Debate (Uieda, Takeuchi e Kanamori, EDART - São Paulo, Livraria Editora Ltda.) e Tempo Geológico (Don L. Eicher, Editora Blücher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo).

3. Um dicionário etimológico é boa fonte de informações sobre esses nomes.

4. Algas caráceas, crustáceos de água doce, crocodilos são organismos que vivem em rios. Dinossauros só existiram no Mesozóico. Com esses conhecimentos os alunos poderão imaginar o ecossistema. Os livros Ambientes Antigos de Sedimentação (Léo F. Laporte, Editora Edgard Blücher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo) e Investigando a Terra, Vol. II (no prelo) auxiliarão a entender o tipo de sedimentos da região.

7. Alguns estudantes poderão concluir que os grandes ictiossauros comeram os menores; outros poderão lembrar que certos répteis são ovo-vivíparos. Evidências que ajudariam a resolver a questão: a localização dos pequenos esqueletos no interior dos grandes. Observar se os pequenos esqueletos estão desarticulados ou mostram outras lesões, que seriam possível resultado de terem servido de presas aos grandes ictiossauros. Observar se apresentam estrutura embrionária.

8 e 9. Os livros História Geológica da Vida (McAlester, Editora Edgard Blücher Ltda. e Editora da Universidade de São Paulo), Ambientes Antigos de Sedimentação e Investigando a Terra, Vol. II (obras já mencionadas) serão úteis na solução desses problemas.

10. A transformação das rochas altera ou destrói fósseis. O homem, por sua vez, não tem acesso a todas as rochas, o que torna seu registro incompleto.

Se necessário, os alunos devem rever os ciclos do carbono e do cálcio (Versão Verde, Vol. I) para responder a segunda parte do problema.

## CAPÍTULO 11

## A GEOGRAFIA DA VIDA

## IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. A distribuição geográfica da maioria das espécies não pode ser explicada unicamente em base ecológica.

2. A distribuição atual de uma espécie e a distribuição dos fósseis dos seus supostos ancestrais são a base para a história da distribuição dessa espécie. Uma afirmação semelhante pode ser feita em relação aos demais níveis de classificação — gêneros, famílias, ordens etc.

3. Os organismos variam na sua capacidade de dispersão. Assim, para explicar a distribuição de qualquer espécie, é preciso considerar suas características estruturais e fisiológicas em relação às barreiras físicas que precisaram vencer para ocuparem áreas diferentes da sua área de origem.

4. As regiões de Wallace, que se originaram principalmente dos estudos dos vertebrados terrestres, ilustram os princípios dos padrões de distribuição. Estes podem ser aplicados, em diversos graus, a outros organismos.

## ORIENTAÇÃO GERAL

Uma noção de biogeografia auxilia o estudante a compreender a distribuição dos organismos. A explicação para os vários problemas, que surgem deste estudo, baseia-se na teoria da evolução, de uma maneira facilmente visualizada pelos estudantes.

O texto é curto e poderá ser dividido em duas partes para leitura dos alunos: pp. 153-168 (questões 1 a 7), e pp. 168-189 (questões 8 a 15). A primeira parte propõe problemas e lida com teorias; as pp. 168-189 são puramente descritivas e seu último item volta a ter as características do primeiro trecho.

Para o estudo do capítulo são muito importantes suas figuras e mapas, que devem receber atenção especial.

## ALGUMAS NOTAS

Investigação 11 . 1

(pp. 157-161)

Este exercício despertará o interesse dos estudantes, se eles entenderem claramente a relação entre o procedimento e os objetivos. Montada a experiência, os alunos deverão fazer previsões sobre os resultados. A comparação entre os resultados previstos e os dados obtidos dará margem a uma boa discussão final.

Procedimento

Poderá ser impraticável cada equipe realizar a experiência, devido ao espaço que a montagem pede. Neste caso, será suficiente uma montagem por classe. Um grupo de alunos pode preparar o material e, em presença da classe, introduzir os organismos. A experiência precisará ser observada diariamente.

A evaporação será praticamente igual em todos os frascos; em uma semana, ela não será suficientemente grande para interferir nos resultados. De qualquer maneira, não convém acrescentar líquido aos frascos porque, a menos que seja feita em quantidades iguais e simultaneamente, essa adição forçará a passagem de líquidos e de organismos através dos tubos.

Material

As dimensões dos tubos, dadas no livro do aluno, supõem que os recipientes tenham 8 cm de altura. A altura não é importante, mas ela deve ser a mesma para todos os frascos, para que os tubos fiquem em posição horizontal, como mostra a figura 11 . 7. Pequenos calços de madeira poderão corrigir as diferenças em altura.

Distribuição continental

(pp. 168-189)

pp. 170-171, figura 11 . 13: Os limites entre as regiões são aceitos pela maioria dos zoogeógrafos. Diferem ligeiramente dos de Wallace.

pp. 183 e 184, figuras 11 . 27 e 11 . 28: As questões propostas nas legendas estão relacionadas a idéias sobre evolução, que serão tratadas no Capítulo 19 (Vol. III). Nesta altura do curso, elas serão apenas especulativas.

pp. 188 e 189, figuras 11 . 34 e 11 . 35: A área de origem de um grupo taxinômico é determinada pelos estudos da distribuição, no tempo e no espaço, dos fósseis que representam o grupo e seus prováveis ancestrais. Por exemplo, fósseis de camelídeos ocorrem em abundância no oeste da América do Norte, em rochas do Cenozóico Inferior. Os gêneros aí representados são mais primitivos do que os gêneros atuais da Eurásia e da América do Sul.

Problemas

(pp. 190 - 191)

1. Há muito em comum entre as faunas das duas regiões (ver as figuras 11 . 16 e 11 . 17).
2. Existem boas evidências a favor desta teoria. Ver a bibliografia recomendada na p. G 50, problema 2.
3. A contração da distribuição geográfica dos organismos pode ser atribuída a: (a) modificações climáticas, (b) evolução de tolerâncias, levando a uma faixa de distribuição mais específica ou limitada e (c) resultados das interações das espécies (por exemplo: predatismo, parasitismo, competição).
4. A situação na América do Sul pode ser comparada à da Austrália, que ainda está isolada de outras massas continentais e ainda contém uma fauna bizarra, primitiva, que sobreviveu devido ao longo isolamento de animais mais evoluídos. Com os mamíferos primitivos sul-americanos não aconteceu a mesma coisa, devido ao reestabelecimento, geologicamente recente, da ligação com a América do Norte, através do Panamá. Em consequência, surgiu o contacto com predadores e competidores mais "eficientes".

## APÊNDICE

## RELAÇÃO DE MATERIAL PARA OS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO

Neste Apêndice relacionamos o equipamento necessário para os trabalhos práticos do segundo volume da Versão Verde. Evidentemente, omitimos os materiais que não dependem de casas especializadas para serem encontrados e a maioria dos que devem ser coletados pelo professor ou pelos estudantes.

No livro do aluno há, em cada investigação, a relação completa do material necessário para sua execução. Este Apêndice visa apenas facilitar o trabalho do professor ao organizar o laboratório de sua escola.

Nesta relação, ao nome do material, seguem-se a quantidade necessária para o curso e os números das investigações em que é usado. Sua primeira parte discrimina os materiais que cada equipe de alunos irá precisar; a segunda dá os materiais necessários para o uso de uma classe e a terceira cita alguns organismos que podem ser mantidos no laboratório da escola e que serão necessários para as investigações. Os itens assinalados com asterisco são comuns aos Volumes I e II da Versão Verde.

Os materiais mencionados nas duas primeiras partes deste Apêndice são encontrados na FUNBEC; as substâncias são vendidas em embalagens adequadas para o uso de pequenos grupos de estudantes.



## I. MATERIAL PARA UM GRUPO DE ALUNOS

## DROGAS

ácido clorídrico (sol. 0,1N .....	22 ml	Inv. 7 . 3
azul de bromotimol* .....	100 ml	Inv. 7 . 3
fenolftaleína (sol.) .....	22 ml	Inv. 7 . 3
hidróxido de sódio (sol. molar)* .....	22 ml	Inv. 7 . 3
hipoclorito de sódio (sol. 1%) .....	200 ml	Inv. 7 . 2
vermelho de metila (sol.) .....	22 ml	Inv. 7 . 3

## VIDRARIA E OUTROS MATERIAIS

agulha de dissociação* .....	1	Inv. 7 . 3
alça de inoculação* .....	1	Inv. 7 . 2
almofariz de porcelana e pistilo .....	1	Inv. 7 . 3
bastão de vidro* .....	6	Inv. 7 . 3
béquer de 50 ml* .....	6	uso geral
conta-gotas* .....	1	Inv. 7 . 2
		9 . 1
		9 . 2
estante para tubos de ensaio* .....	1	Inv. 7 . 3
lamínulas* .....	1 cx	Inv. 9 . 1
		9 . 2
lápiz vitrográfico* .....	1	uso geral
lupa manual .....	1	Inv. 9 . 1
microscópio .....	1	Inv. 7 . 2
		7 . 4
		9 . 1
		9 . 2
papel-filtro* .....	1 cx	Inv. 8 . 1
		9 . 2
papel milimetrado* .....	1 bl	uso geral
pinça de metal de pontas finas* .....	1	Inv. 7 . 2
		8 . 1

placas de Petri* .....	5	Inv. 7 . 1
		7 . 2
		7 . 4
		8 . 1
placas de vidro (12 cm x 12 cm)* .....	3	Inv. 9 . 1
proveta graduada de 25 ml .....	1	Inv. 7 . 3
termômetro (0°C a 50°C)* .....	2	Inv. 8 . 1
tubos de ensaio (150 mm x 16 mm)* .....	6	Inv. 7 . 3
tubos de ensaio (250 mm x 20 mm) .....	2	Inv. 7 . 2
vasos de barro (10 cm $\phi$ ) .....	4	Inv. 7 . 4

## II. MATERIAL PARA UMA CLASSE (MATERIAL GERAL)

## DROGAS

ágar-ágar (em pó) .....	30 g	Inv. 7 . 1
		7 . 2
cloreto de sódio (sol. estoque a 5%) .....	100 ml	Inv. 9 . 2
crystal-violeta (sol.)* .....	22 ml	Inv. 7 . 2
fungicida (pó) .....		Inv. 8 . 1
glicose (dextrose) .....	10 g	Inv. 7 . 2
peptona .....	10 g	Inv. 7 . 1
		7 . 2

## VIDRARIA E OUTROS MATERIAIS

areia de aquário .....	2 k	Inv. 9 . 1
béquer de 250 ml .....	18	Inv. 11 . 1
botijão de gás, com bico de Bunsen, válvulas e tubos de borracha para ligação* .....	1	Inv. 7 . 2
crystalizador de 1 litro de capacidade .....	3	Inv. 9 . 1
cuba de vidro de 8 cm de altura e 20 cm $\phi$ ..	6	Inv. 11 . 1
fita adesiva preta .....	1 rolo	Inv. 11 . 1