



FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO
DO ENSINO DE CIÊNCIAS

guia do professor *de* **BIOLOGIA**

vol. I

BSCS – VERSÃO VERDE



EDART-SAO PAULO — LIVRARIA EDITORA LTDA.



FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO
DO ENSINO DE CIÊNCIAS e
EDART-SAO PAULO — LIVRARIA EDITORA LTDA.



**GUIA
DO PROFESSOR
DE BIOLOGIA**

**BSCS - VERSÃO VERDE
VOL. I**

Pedidos à

FUNBEC - Cidade Universitária
Caixa Postal: 2089
Telefone: 286-2248

ou à

EDART-SÃO PAULO LIVRARIA EDITORA LTDA.
Rua Jaguaribe, 47
01 224 - São Paulo - S.P.
Caixa Postal 4108
Telefone: 221-4399

BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY

**GUIA
DO PROFESSOR
DE BIOLOGIA**

**BSCS - VERSÃO VERDE
VOL. I**

1972



EDART-SÃO PAULO LIVRARIA EDITORA LTDA. e
FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVI-
MENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS.



Traduzido e adaptado pelas equipes de professores da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e do Centro de Treinamento para Professores de Ciências de São Paulo.

ESTE GUIA FOI PREPARADO COM O AUXÍLIO DA FUNDAÇÃO FORD.

Direitos reservados à
FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DO
ENSINO DE CIÊNCIAS.

**FB
DE** FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DO
ENSINO DE CIÊNCIAS

Conselho Superior

Prof. Lucas Nogueira Garcez - Presidente

Diretoria

Prof. Antonio Barros Uihôa Cintra - Presidente

Prof. Jayme Arcoverde de Albuquerque Cavalcanti -
Presidente em Exercício

Prof. José Reis - Vice-Presidente

Prof. Heitor de Souza - Diretor-Secretário

Junta Executiva

Prof. Antonio de Souza Teixeira Jr. - Presidente

Profa. Maria Julieta Ormastroni - Superintendente
Administrativa

Prof. Ernesto Giesbrecht - Coordenador Científico

Setor Editorial

Profa. Desna Celoria

ÍNDICE GERAL

PARTE UM: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CURSO

O BSCS G 3

A VERSÃO VERDE G 6

PARTE DOIS: SUGESTÕES ESPECÍFICAS SOBRE O TEXTO E O LABORATÓRIO

Primeira Unidade - O Mundo dos Sêres Vivos:-

A Biosfera G 26

Capítulo 1 A TEIA DA VIDA

Idéias Fundamentais G 27

Planejamento G 28

Orientação Geral G 28

Algumas Notas G 29

Material Suplementar G 40

Capítulo 2 INDIVÍDUOS E POPULAÇÕES

Idéias Fundamentais G 41

Planejamento G 42

Orientação Geral G 42

Algumas Notas G 43

Materiais Suplementares G 52

Capítulo 3 COMUNIDADES E ECOSISTEMAS

Idéias Fundamentais G 55

Planejamento G 55

Orientação Geral G 56

Algumas Notas G 56

Materiais Suplementares G 64

Segunda Unidade - Diversidade dos Sêres Vivos	G 68
Capítulo 4 ANIMAIS	
Idéias Fundamentais	G 69
Planejamento	G 70
Orientação Geral	G 70
Algumas Notas	G 71
Capítulo 5 VEGETAIS	
Idéias Fundamentais	G 82
Planejamento	G 82
Orientação Geral	G 83
Algumas Notas	G 83
Capítulo 6 PROTISTAS	
Idéias Fundamentais	G 92
Orientação Geral	G 92
Algumas Notas	G 93
APÊNDICE A: BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	G 103
APÊNDICE B: RELAÇÃO DE MATERIAL PARA OS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO	G 107

A Versão Verde, adaptada para as escolas brasileiras, consta de três volumes. O primeiro apresenta duas unidades ("O Mundo Vivo: A Biosfera" e "Diversidade entre os Sêres Vivos"); o segundo tem apenas uma ("Padrões de Vida na Biosfera") e o terceiro abrange três ("O Interior do Indivíduo", "Adaptação" e "O Homem e a Biosfera").

Essa divisão não só permitiu que a edição brasileira viesse a público mais rapidamente como também, e principalmente, dará aos professores maior flexibilidade na organização dos seus cursos. Alguns professores, por exemplo, já utilizaram o primeiro volume para as duas últimas séries do ginásio e o testaram para nós, enquanto completávamos a adaptação. Essa divisão será, talvez, ainda mais proveitosa para as escolas onde os dois primeiros anos do segundo ciclo são básicos e terão que ser feitos por todos os estudantes, quer se destinem às Escolas Normais, quer se destinem às Universidades.

O Guia do Professor também será dividido em três volumes. Dêste primeiro constam as "Considerações Gerais sobre o Curso" e as "Sugestões Específicas para o Texto e o Laboratório" do primeiro volume do livro do aluno. A primeira parte apresenta a filosofia do BSCS, os objetivos e a estrutura global da Versão Verde, com um resumo de todos os capítulos que constituirão a obra completa. É, portanto, muito importante para os professores que, querendo adotar nos seus cursos esta versão do BSCS, precisam estar bem familiarizados com suas características específicas.

PARTE 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CURSO

O BSCS

OBJETIVOS

A determinação dos objetivos da educação é um processo criador e contínuo. Em todos os campos, os objetivos precisam ser reconsiderados de tempos em tempos e, no ensino de ciências, tal reconsideração deveria ter sido feita há muito. Enquanto a ciência modificou-se em grande velocidade e sua relação com a sociedade alterou-se sensivelmente, os objetivos educacionais permaneceram praticamente os mesmos. Esta disparidade já era evidente para uns poucos cientistas e alguns educadores quando o Sputnik I, repentinamente, trouxe o público americano à consciência do problema.

Desde o começo da história do BSCS, deu-se grande atenção aos objetivos do trabalho. Depois de estudar a história do ensino de Biologia nos Estados Unidos e de uma profunda análise do estado atual da ciência, da sociedade e do sistema educativo americano, uma comissão de professores, em 1960, propôs os objetivos que guiaram a elaboração dos materiais do BSCS. Através de revisões sucessivas, eles foram builados e reformulados. O uso adequado dos materiais do BSCS exige que se tenham em mente esses objetivos. De maneira sumária, são eles:

1. Compreender a natureza da investigação científica: a ciência é uma atividade intelectual que nunca termina e aquilo que se "conhece" ou em que se acredita presentemente está sujeito a mudar a qualquer momento.
2. Compreender as limitações da ciência e do método científico: muitos problemas, alguns da maior importância, não podem ser solucionados cientificamente.
3. Compreender a diversidade de formas de vida e as interrelações de todos os organismos.
4. Apreciar a beleza, drama e tragédia do mundo vivo.
5. Compreender a base biológica de problemas da medicina, saúde pública, agricultura e conservação.
6. Compreender o desenvolvimento histórico dos conceitos da Biologia e sua dependência da natureza da sociedade e da tecnologia de cada época.
7. Compreender o lugar que o homem ocupa no esquema da natureza; isto é, ele é um organismo vivo, que tem muito em comum com os outros organismos e que interage com todos os seres no sistema biológico da Terra.

Muitos deles serão reconhecidos por quem quer que esteja familiarizado com objetivos de programas escolares. Eles, em si, não são revolucionários. O BSCS não inventou muita coisa nova quanto a métodos de ensino, mas destilou o melhor da experiência comum e sintetizou uma nova mistura. O que foi eliminado é tão significa-

tivo como o que ficou e a presença dos itens 1 e 2 - raros numa declaração de objetivos de uma década atrás - precisa ser notada. Mas, naturalmente, estipular objetivos é, freqüentemente, apenas um passatempo agradável; a tarefa iniciada em 1960 era fazer com eles fôssem alcançados na escola secundária.

CONTEÚDO

A comissão encarregada de organizar os livros do BSCS teve que enfrentar o problema da escolha do conteúdo. Dar um tratamento enciclopédico à Biologia estava fora de cogitação, mesmo porque, devido ao número de páginas que pode haver em um livro de escola secundária, o estilo seria tão telegráfico que, forçosamente, ficaria quase sem sentido.

A comissão geral decidiu-se então pelo estabelecimento do conteúdo com base em amplos temas gerais, que estariam sempre presentes ao longo de todo o curso, quaisquer que fôssem os tópicos escolhidos pelos diferentes grupos de autores.

Esses temas são:

1. Modificação dos Sêres Vivos através do Tempo: Evolução
2. Diversidade de Tipos e Unidades de Padrões nos Sêres Vivos
3. Continuidade Genética da Vida
4. Relação Organismo e Meio
5. Bases Biológicas do Comportamento
6. Relação entre Estrutura e Função
7. Regulação e Homeostase: Preservação da Vida em Face de Modificações
8. Ciência como Investigação
9. A História dos Conceitos Biológicos

Evidentemente, esses temas não significam uma seqüência de tópicos. São linhas de pensamento, que precisam estar presentes qualquer que seja a organização dos tópicos considerados. Em um ponto do programa, um tema pode predominar; em outro, predominará outro tema, mas todos estarão sempre presentes. O professor, que pretenda adotar um dos livros do BSCS, deve estar bem familiarizado com eles.

A não ser pelo desenvolvimento dos temas, a comissão organizadora do BSCS deixou o conteúdo a cargo das equipes designadas para as três versões: Azul (bioquímica), Verde (ecologia) e Amarela (desenvolvimento). Apesar das diferenças na maneira de abordar a Biologia e das acentuadas divergências no que os autores consideram básico, o conteúdo das três versões mostra um alto grau de superposição. Porém, em todas as versões do BSCS, ele difere consideravelmente do apresentado em outros livros didáticos.

ESPÍRITO

A escolha de um conteúdo atualizado não é suficiente para que sejam alcançados os objetivos pretendidos pelo BSCS; muito mais importante é a estruturação adequada

das atividades nas salas de aula, entre as quais se destaca o trabalho de laboratório.

Este não deve ser, porém, a repetição estéril de atividades que despertaram o interesse dos alunos de Agassiz no século passado, mas que servem apenas para restringir a visão do estudante moderno quanto às ciências biológicas. Para o professor da segunda metade do século XX, o laboratório deve dar ao estudante uma visão do trabalho real do biólogo de hoje; deve refletir o aspecto experimental e investigador, que caracteriza o empreendimento científico.

É nesta maneira de encarar os trabalhos práticos que está a essência do ensino do BSCS: o espírito de investigação. Para desenvolvê-lo, é necessário que alunos e professores cultivem uma atitude de constante indagação. Para isso, recursos tais como livros, material áudio-visual e aparelhos de laboratório podem ajudar ou não. É ao professor que cabe impor esse espírito na sala de aula. Devido a essa característica dos materiais do BSCS, o Guia do Professor torna-se indispensável para quem se proponha a adotá-los.

A VERSÃO VERDE

OBJETIVOS

Para os autores da Versão Verde, o curso de Biologia da escola secundária deve criar no estudante uma atitude científica e também fornecer-lhe conhecimentos básicos, em nível tão avançado quanto possa apreender sua mente de quinze ou dezesseis anos. Por outro lado, a matéria selecionada deve visar a formação do estudante como futuro cidadão. Um curso que alcançar tais objetivos, servirá aos interesses de todos. Será de valor para o comerciário, para a dona de casa, para o médico, para o bioquímico.

Por isso, os objetivos da Versão Verde visam despertar o interesse do estudante pelo mundo vivo, orientá-lo para a apreciação dos pontos de vista e das técnicas de trabalho dos cientistas e dar-lhe informações que lhe possam ser úteis como ser humano e como cidadão. Os autores acreditam que, na escola secundária, a ciência deve ser apresentada como um aspecto das humanidades. Se, em alguns casos, o curso de nível médio levar o estudante a prosseguir no estudo da Biologia, ótimo, mas este deve ser um objetivo incidental e não fundamental. A escola média não é o lugar de se iniciar o treinamento de biólogos.

Os aspectos ecológicos da Biologia têm sido negligenciados nas escolas e isso é lamentável. Uma compreensão da maneira pela qual funciona a comunidade biológica é, pelo menos, tão importante quanto a compreensão das funções do corpo humano. Os problemas criados pelo crescimento das populações, esgotamento de recursos naturais, pela poluição e outros do mesmo gênero são, ao menos em parte, problemas ecológicos. Todos eles exigem uma ação inteligente por parte da comunidade ou do governo para resolvê-los; portanto, em uma democracia, cada cidadão deveria ter certeza da existência e da importância dessas questões.

Desde o início da elaboração da Versão Verde, êsses pontos de vista estiveram presentes. Na edição preliminar (1960), Marston Bates, primeiro supervisor do BSCS, escreveu:

"A palavra 'ecologia' foi proposta por Ernst Haeckel em 1870, para cobrir o que ele chamava de 'fisiologia externa'. É ela o campo da biologia que considera o indivíduo como a unidade básica de estudo e se relaciona ao problema de como os indivíduos estão organizados em espécies, populações e comunidades, com o que fazem e como o fazem.

"Isto contrasta com 'fisiologia interna', o estudo de como o indivíduo é construído e de como suas partes funcionam. Evidentemente, o interior e o exterior do organismo são completamente interdependentes e nenhum deles pode ser compreendido sem referência constante a um e outro. A divisão é arbitrária, mas também o são todas as maneiras em que possam ser divididos os assuntos tratados em biologia. Nós enfatizamos mais o exterior de um organismo do que seu interior, na suposição de que este seja mais familiar e mais facilmente compreendido. Acreditamos, também, que ele seja mais importante para o cidadão, que deve participar nas decisões sobre desenvolvimento urbano, controle das enchentes, saúde pública, conservação - sempre

como eleitor e às vezes como membro do poder legislativo ou executivo.

"Para as perturbações da fisiologia interna, o cidadão pode consultar o médico, mas não há especialista para a fisiologia externa, para as perturbações da comunidade biológica humana. Aqui, cada cidadão compartilha da responsabilidade e o conhecimento da biologia é extremamente necessário para algumas decisões".

ESTRUTURA

Os três volumes da Versão Verde constituem um curso completo de Biologia. O texto exige o trabalho de laboratório para ser interpretado corretamente, isto é, pode, por vezes, parecer enigmático sem a base experimental.

Nível

O curso foi planejado para atender ao interesse e à capacidade dos estudantes médios das escolas secundárias. A Versão Verde pode desanimar os estudantes mais fracos, apesar de que a experiência vem mostrando que eles aprendem mais com ela do que com os cursos convencionais e parecem também mais satisfeitos. (Isso pode ser o resultado da grande ênfase que os cursos do BSCS poem na observação e na investigação, em oposição aos cursos "tradicionais"). Nenhum curso satisfará completamente as necessidades dos alunos bem dotados. Entretanto, com o uso inteligente dos "Problemas" e das "Leituras Recomendadas", que concluem cada capítulo, e as sugestões "Para Investigação Posterior", que seguem diversos exercícios de laboratório, o professor que utiliza a Versão Verde pode levar seus melhores alunos para além do que é discutido em sala de aula e a outros materiais do BSCS. (Veja, por exemplo, os Convites ao Raciocínio e Research Problems in Biology: Investigations for Students - N. York, Doubleday & Co., Inc., 1963).

No segundo ciclo não estamos ensinando crianças e tão pouco estamos ensinando adultos. Professores deste nível, que olham seus alunos como crianças, podem ficar intimidados pelo grau de sofisticação mental exigido por este curso, pela falta de definições precisas, pela ênfase maior nos pensamentos subentendidos do que nos impressos. Por outro lado, professores que ignorem a diferença entre o adolescente e o adulto, podem olhar com desprezo o controle do vocabulário utilizado, a atenção ao desenvolvimento das idéias, a exigência de detalhes exotéricos.

Finalidade

A Versão Verde não pretende ser um relato enciclopédico da Biologia. Muitos tópicos foram omitidos e muitos tratados superficialmente. Porém, os que pareceram enquadrar-se nos objetivos estipulados foram desenvolvidos em profundidade. Por exemplo, o conceito ecológico de doenças infecciosas parece mais importante para um cidadão consciente do que as teorias relacionadas ao mecanismo de imunização. Da mesma forma, o conceito de ecossistema parece mais importante do que o estudo das células ao microscópio eletrônico. Ainda, o conceito de especiação tem prioridade sobre a decifração da estrutura protéica.

Laboratório

O trabalho em laboratório é parte sine qua non de um curso sobre a Versão Verde.

Poder-se-ia devotar um curso todo ao trabalho em laboratório, mas o resultado seria uma visão míope de uma pequena faixa da Biologia ou uma visão rápida demais, como a que se tem de uma paisagem quando, a cada cinquenta quilômetros, se relanceia um olhar pela janela de um carro em movimento. Na Versão Verde o texto é usado para dar continuidade e perspectiva. As investigações são colocadas em pontos do curso nos quais as experiências de primeira-mão são mais pertinentes, mais exequíveis e mais eficientes.

O termo "laboratório" está sendo interpretado de maneira muito ampla. Laboratório é o lugar onde o cientista realiza seu trabalho; não precisa ser limitado por quatro paredes. Além disso, alguns exercícios da Versão Verde envolvem muito raciocínio e pouca ou nenhuma manipulação, mas devem ser olhados como atividades de laboratório legítimas.

Continuidade

O curso está dividido em unidades, mas essa divisão foi feita exclusivamente com finalidade didática. A prática tem mostrado que a organização por unidades tende a dispor os assuntos por compartimentos; costumeiramente, o estudante faz a prova sobre a unidade concluída, suspira de alívio e murmura: "Agora posso esquecer tudo isto; amanhã começaremos uma nova unidade". E, frequentemente, também, ele está dizendo a verdade.

Os autores da Versão Verde pretenderam não dar ao estudante nenhum descanso na saudável tensão do aprendizado. O curso é planejado para criar idéias do começo ao fim. Continuamente se tenta relacionar o que está diante do aluno com o que ele já viu em capítulos anteriores e com o que se espera que ele saiba. No fim, descrevendo um ciclo, o curso volta ao começo e relaciona todos os aspectos tratados com

a visão biológica do mundo.

O LIVRO DO ALUNO: UMA VISÃO GERAL

Para que as sugestões específicas sobre o ensino tenham algum significado, o professor precisa conhecer a organização do curso, as variações possíveis nessa organização e os recursos didáticos existentes no livro do aluno. Os itens seguintes pretendem dar uma idéia geral desses pontos fundamentais.

Organização

A organização do texto é a organização do curso. Ele é dividido em vinte e um capítulos (agrupados em seis unidades) e dois apêndices. As unidades e os capítulos diferem no tamanho, mas o número de páginas devotadas a um tópico não é necessariamente uma indicação da sua importância nem do tempo que deve ser gasto com ele. De modo geral, as três primeiras unidades são discursivas, com baixa densidade de idéias. As três últimas são mais compactas, com uma carga crescente de idéias por página.

Primeira Unidade

"O MUNDO VIVO: A BIOSFERA"

O estudante tem alguma experiência com organismos inteiros; ele próprio é um deles. Por isso, o curso começa com os indivíduos e trata das maneiras pelas quais interagem tais unidades biológicas.

Capítulo 1: "A Teia da Vida". O capítulo introdutório foi planejado principalmente para dar alguns fundamentos e para estabelecer a direção do curso. A interdependência de plantas, animais e protistas na transferência de energia e nos ciclos da matéria, a interdependência do sistema vivo e do meio físico, são coisas que não serão apresentadas novamente de maneira tão clara e simples, mas persistirão como fundamento durante todo o curso. No texto não se prega exaustivamente sobre "método científico" mas, no trabalho de laboratório, ele é pôsto em destaque para introduzir

questões básicas, tais como observação, medidas, experimentação, instrumentação.

Capítulo 2: "Indivíduos e Populações". As unidades do estudo ecológico formam uma série, desde o indivíduo (a mais concreta) até o ecossistema (a mais abstrata). Este capítulo trata dos indivíduos e dos vários agrupamentos chamados populações. O conceito de população é muito útil em Biologia e voltará novamente: na Segunda Unidade, espécies formando populações constituem a base para a classificação; genética moderna e a teoria da evolução, tratadas no terceiro volume, dão grande ênfase aos estudos sobre população.

Capítulo 3: "Comunidades e Ecossistemas". Para este capítulo, é essencial o estudo real de uma comunidade, mesmo que esta esteja em uma fenda da pavimentação de uma cidade. Uma vez que as comunidades disponíveis para estudo diferem enormemente de escola para escola, deu-se uma pequena descrição de uma delas, apenas para servir de base para comparações. Grande parte do texto se relaciona com os tipos de relações ecológicas que existem nas comunidades. No fim, é introduzido o conceito de ecossistema - a comunidade biótica e todas as condições abióticas que a afetam.

Segunda Unidade

"DIVERSIDADE DOS SÊRES VIVOS"

Antes de entrar no estudo dos padrões de organização ecológica (que será feito no segundo volume desta série), o estudante precisa ter uma noção da diversidade de organismos e da sua classificação, mas não há necessidade de um "estudo detalhado" dos seres vivos. A ênfase, nesta unidade, está na variedade de formas vivas e nos aspectos da forma-função, que são relevantes para organizar tal diversidade.

Capítulo 4: "Animais". De acordo com o princípio de se começar com o que é mais familiar, o capítulo inicia com os mamíferos. Isto, naturalmente, cria dificuldades, mas a idéia de que uma esponja ou um celenterado é "simples" ou "primitivo" pode ser errônea e, de qualquer maneira, a esta altura não há base para uma discussão proveitosa sobre filogenia. Em lugar disso, dá-se ênfase à diversidade de formas no reino animal, mas essa diversidade não é infinita; nela, podem ser discernidos padrões e a teoria da evolução é oferecida como uma possível explicação para a ordem aparente dentro da diversidade geral.

Capítulo 5: "Plantas". As plantas também são tratadas de maneira geral. O conceito de esquema de classificação não precisa ser repetido, mas surge outra idéia abstrata - a nomenclatura. Historicamente, nomenclatura e classificação desenvolveram-se juntas, mas esta não é uma boa razão pedagógica para apresentá-las simultaneamente aos estudantes. Objetos podem ser classificados sem serem denominados e vice-versa. Nossa experiência tem mostrado que esses conceitos são melhor compreendidos quando apresentados aos estudantes separadamente, em lugar de formarem um único grande bloco de material abstrato.

Capítulo 6: "Protistas". O professor pode não concordar com o sistema de reinos que foi usado neste livro ou com a maneira pela qual determinados grupos foram colocados nestes reinos. Neste caso, mostrando suas razões, dará aos estudantes uma idéia da natureza do problema. Evidentemente, não há uma classificação com a qual concordem todos os biólogos.

Terceira Unidade

"PADRÕES DE VIDA NA BIOSFERA"

Na Primeira Unidade tratou-se da organização das comunidades. O ponto de vista agora adotado refere-se ao mundo todo. Os padrões de distribuição podem ser construídos segundo três bases: ecológica, histórica e biogeográfica. Nesta unidade aparecerão todas elas.

Capítulo 7: "Padrões de Vida no Mundo Microscópico". No Capítulo 6 foram feitas investigações envolvendo microrganismos e, para facilitar a continuidade dos trabalhos, julgamos conveniente começar esta unidade com os agrupamentos ecológicos desses seres. Dois deles, ambos de grande importância para a existência do homem, são tratados com algum detalhe: organismos do solo e microrganismos relacionados com doenças.

Capítulo 8: "Padrões de Vida Terrestre". O tema agora é a distribuição ecológica dos organismos macroscópicos terrestres. A relação entre as tolerâncias fisiológicas e a distribuição global dos fatores abióticos leva à descrição dos biomas. Porém, as condições ecológicas não explicam inteiramente as distribuições; é necessário o estudo da distribuição no passado (Capítulo 10) e da distribuição artificial, levada a cabo pelo homem.

Capítulo 9: "Padrões de Vida na Água". Este capítulo estende os princípios da distribuição ecológica aos meios aquáticos. Provavelmente, as lagoas são mais facilmente visualizadas como sistemas ecológicos do que qualquer outra parte da biosfera. Águas correntes são tratadas de modo sucinto e é conveniente que o estudante compreenda um pouco da vida marinha, uma vez que esta tende a se tornar um recurso de importância crescente para o homem.

Capítulo 10: "Padrões de Vida no Passado". Com este capítulo, o estudante ficará com a idéia das modificações que os acontecimentos biológicos sofreram através do tempo, da continuidade dos processos vitais e da dimensão tempo nas relações ecológicas. Este não é o capítulo sobre evolução; entretanto, é importante para construir uma parte desse conceito e para apresentar os fósseis como evidência a seu favor.

Capítulo 11: "A Geografia da Vida". Muitos padrões da distribuição geográfica só fazem sentido em termos de evolução; a discussão da distribuição geográfica na Origem das Espécies foi fundamental para a argumentação de Darwin. A maioria dos casos citados neste capítulo refere-se aos mamíferos, por serem esses animais os mais familiares aos estudantes, mas o professor que tenha interesse ou conhecimento especial sobre esse assunto, pode facilmente complementar o texto.

Quarta Unidade

"O INTERIOR DO INDIVÍDUO"

Depois de diversos meses devotados ao estudo dos níveis de organização biológica supra-indivíduo, o estudante voltará agora sua atenção para os níveis infra-indivíduo. Alguns conhecimentos sobre "fisiologia interna" são essenciais - não apenas para a apreciação de algumas áreas da Biologia moderna, que estão se desenvolvendo rapidamente mas, também, para fornecer uma base para o estudo de tópicos tais como

"Genética" e "Evolução", que são importantes para a formação dos estudantes.

Capítulo 12: "A Célula". O objetivo deste capítulo é fazer com que o estudante compreenda a estrutura das células, aprenda um pouco de fisiologia celular e os mecanismos de duplicação celular, para poder interpretar os capítulos subsequentes. Nêles são tratadas apenas as estruturas relevantes para as discussões posteriores e a fisiologia atinente às relações entre a célula e o seu meio. Dois tópicos importantes, diferenciação e envelhecimento, são apresentados como problemas sob investigação.

Capítulo 13: "Bioenergética". O fluxo de energia nos sistemas vivos tem sido uma idéia fundamental desde o começo do curso. No Capítulo 13, a atenção se focaliza no armazenamento e na liberação de energia pelas células. Aqui o estudante toma contacto com alguns aspectos bioquímicos da Biologia moderna.

Capítulo 14: "Fisiologia Vegetal". O capítulo trata principalmente da estrutura e função das plantas com as quais o estudante está em contacto mais freqüente - as vasculares.

Capítulo 15: "Fisiologia Animal". O tema do capítulo é a variedade de maneiras pelas quais se realizam as diversas funções nos diferentes grupos animais. O homem é sempre usado como exemplo principal.

Capítulo 16: "Comportamento". As reações dos organismos em relação ao meio exterior são consideradas como sendo o suporte dos mecanismos internos. No vasto campo constituído pela biologia do comportamento, foram escolhidos tópicos relacionados a outras partes do curso e que são interessantes e facilmente compreensíveis para os alunos do segundo ciclo: aprendizado, periodicidade, territorialidade e comportamento social.

Quinta Unidade

"CONTINUIDADE DA BIOSFERA"

Esta secção pode ser considerada o centro do curso. Talvez o mais importante que possa ser dito sobre a vida é que ela continua. Nesta unidade, grande parte dos materiais das quatro secções precedentes é dirigida para a compreensão desta idéia básica.

Capítulo 17: "Reprodução". A reprodução não é essencial para a continuidade do indivíduo mas, como o indivíduo morre, ela é essencial para a continuidade das populações e de todos os outros níveis de organização biológica. No Capítulo 17, continua o estudo comparado iniciado nos dois capítulos anteriores e o homem volta a ser apresentado como exemplo principal.

Capítulo 18: "Hereditariedade". É difícil superestimar a importância da genética na Biologia moderna e em um curso dessa matéria ela não pode ser deixada de lado. Neste capítulo, o estudo da hereditariedade é desenvolvido historicamente e disso derivam as idéias concernentes com as evidências lógicas disponíveis. A matemática não é evitada; ela poderá ser reduzida a um mínimo ou elevada a um máximo, segundo o critério do professor.

Capítulo 19: "Evolução". O curso inteiro - e isso é válido para qualquer curso de Biologia - pode ser olhado como um sumário das evidências a favor da evolução. Por isso, o objetivo principal deste capítulo não é apresentar tais evidências, o que vem sendo feito de diversas maneiras, ímplicita e explicitamente; seu objetivo primordial é dar ao estudante idéia do mecanismo da evolução. Darwin é apresentado como um dos cientistas que forneceu uma explicação para esse mecanismo e não como o autor

do conceito de evolução.

Sexta Unidade

"O HOMEM E A BIOSFERA"

Pertencemos à espécie humana e a Biologia na escola secundária só pode ser justificada se tiver base humanística. Depois de situar o homem em perspectiva em relação ao resto da natureza, o curso, no seu término, focaliza-o explicitamente.

Capítulo 20: "O Animal Humano". Aqui são discutidas algumas diferenças anatômicas e fisiológicas entre o homem e outros organismos. Uma vez que muitas das características humanas envolvem mais o comportamento do que a fisiologia ou a anatomia, o capítulo inevitavelmente se introduz em uma área de fronteira entre a Antropologia e a Biologia. Em seguida são analisadas as evidências paleontológicas da origem do homem e, para concluir, as variações raciais da espécie humana são vistas do ponto de vista biológico.

Capítulo 21: "O Homem e a Teia da Vida". Os autores esperam ter enfeitado o curso todo neste capítulo. O estudante é confrontado com tópicos que lhe dirão respeito como cidadão e para os quais a informação biológica é de alguma relevância. Embora, evidentemente, esses tópicos ultrapassem os limites da Biologia, seu objetivo básico é provocar o estudante para que continue a pensar nêles.

Alternativas de Organização

O livro do aluno foi organizado de forma a fazer com que palavras e conceitos novos apareçam em seqüência e sejam cumulativos. Isso, porém, só trará vantagens se os capítulos forem estudados consecutivamente. Se esta orientação for seguida, o professor estará livre, também, dos problemas de planejamento extemporâneo do curso, que consomem muito tempo. Poderá, então, dedicar-se melhor às tarefas de ensino, especialmente à organização e supervisão do trabalho de laboratório. Todavia, é óbvio que cada professor poderá fazer as adaptações que julgar convenientes para acentuar as oportunidades instrutivas, que surgirem na situação que lhe é peculiar ou que forem inerentes a seus recursos.

Um dos mais prementes problemas no ensino da Biologia é a disponibilidade de material vivo. Usando estufas, aquários e refrigeradores pode-se contorná-lo, se não o eliminarmos totalmente.

Por várias razões, pode tornar-se conveniente omitir ou tratar ligeiramente certas partes do curso. Por exemplo, se o professor usar um dos Blocos de Laboratório, certamente se tornará necessária alguma omissão. Neste caso, a parte omitida dependerá da natureza do Bloco que estiver sendo usado. Assim, se for estudado o Bloco Crescimento e Desenvolvimento Animal, o Capítulo 17 poderá ser omitido ou usado como leitura colateral. O mesmo é válido para os Capítulos 6 e 7, se for adotado o Bloco Microrganismos: Crescimento, Nutrição e Interação.

Em qualquer caso, a Primeira e a Sexta Unidades são indispensáveis para a filosofia da Versão Verde. Se o professor pensar em omiti-las é porque não ficou convencido pelos argumentos apresentados nas páginas G 6 - G 9 e fará melhor se escolher um outro curso.

Em nenhuma hipótese o último capítulo deve deixar de ser dado. Não importa qual o adiantamento da classe, qual a programação do curso; o professor deve reservar os últimos dias do período letivo para discutir o Capítulo 21. Nêle se fez uma tentativa para focalizar o curso todo. Nêle são propostos os problemas biológicos que o homem deve enfrentar para continuar a existir neste planeta e para se aventurar no espaço.

Sinopse dos Recursos Didáticos

Os estudantes provavelmente não saberão, sozinho, utilizar da maneira mais rendosa os recursos existentes no livro-texto. O professor deverá, então, devotar algum tempo para familiarizar seus alunos com o livro adotado. Antes, porém, é preciso que ele próprio o conheça bem.

Prefácio. As primeiras páginas dos livros são lidas, presumivelmente, pelos revisores; pelos professores, possivelmente, mas pelos estudantes, nunca. Porém, pouco antes da Investigação 1.1 ser concluída, os assuntos tratados no Prefácio do livro do aluno devem ser comentados. Eles dão a razão de ser de um curso de Biologia na escola secundária e explicam, especificamente, a ênfase que, na Versão Verde, é dada aos trabalhos de laboratório.

Introdução às Unidades. Os diversos parágrafos que introduzem cada uma das seis unidades não são informativos. Mais do que isso, fixam a etapa do estudo, apresentam um ponto de vista e relacionam a unidade ao curso todo.

Suas ilustrações não trazem legendas, mas são relevantes para o tema tratado na seção. Especulações dos estudantes sobre essa importância poderão ser interessantes como atividade final do estudo da unidade.

Títulos. Uma das diferenças entre bons e maus alunos está no uso que fazem dos títulos e subtítulos do texto. Os estudantes fracos lutam com a matéria impressa, negligenciando sua organização; os bons alunos sabem utilizar as tentativas tipográficas do autor para melhor esclarecer as relações entre as idéias. Os professores poderão levar pelo menos alguns dos alunos fracos a um melhor aproveitamento da leitura, apenas frisando a utilidade dos títulos e subtítulos.

Nos capítulos da Versão Verde empregam-se quatro tipos de títulos:

1. Títulos em **negrito** e escritos em letras maiúsculas, situados junto à margem esquerda. Estabelecem as principais divisões do capítulo. Por exemplo:

PREAS E CAPIM

2. Títulos secundários, impressos em letras maiúsculas, obedecendo ao alinhamento dos parágrafos. Por exemplo:

A BIOSFERA

3. Palavras em **negrito**, no começo de parágrafos. Marcam o início de um

item do capítulo. Por exemplo:

O ciclo da água. A vida, como nós a conhecemos, não pode existir sem água. Esta existe na atmosfera e cai na Terra como chuva ou neve. Pode cair diretamente no mar...

4. Em alguns capítulos há um outro tipo de subtítulo, também em letras maiúsculas, mas centrados. São intermediários entre os títulos secundários e os que marcam o início de um item e só são usados quando a organização do capítulo é mais complexa do que a usual. O exemplo citado a seguir é do Capítulo 8 (Vol. II).

FLORESTA PLUVIAL EQUATORIAL

Itálico. As palavras em itálico são usadas com duas finalidades: (1) indicar a ocorrência de termos técnicos quando surgem pela primeira vez ou (2) indicar ênfase. Para a segunda finalidade, foram pouco usadas.

Vocabulário. Em qualquer livro de texto científico, há dois tipos de vocabulário: técnico e corrente. O vocabulário técnico é parte do conteúdo do curso, porque as idéias não podem ser divorciadas dele; mas o aprendizado de terminologia não é o objetivo do ensino de ciências; é apenas um meio.

A Biologia ensinada nas escolas secundárias tem sido particularmente submetida a críticas, devido à elevada quantidade de termos técnicos. Na Versão Verde se fez um esforço considerável no sentido de manter o vocabulário técnico dentro de limites razoáveis, o que, inevitavelmente, resultou na perda de termos que poderão ser os favoritos de alguns professores. Naturalmente, não há motivo para que um professor não possa aumentar a carga de nomenclatura especializada, mas os autores sugerem que ele anteceda cada adição com um penetrante **POR QUÊ?**

Embora cada termo técnico tenha sido avaliado cuidadosamente, antes de admitido no texto, a carga continua grande e diversos níveis podem ser distinguidos, segundo a ordem de importância. Alguns termos estão difundidos ao longo de todo o curso (foto-síntese, ambiente, evolução, por exemplo); precisam ser aplicados vezes seguidas, examinados em muitos contextos, abordados de muitos pontos de vista. Outros são menos difundidos, mas fundamentais para alguma parte da Biologia (meiose, predatismo, seleção natural). Outros, ainda, não são importantes em si mesmos, mas são essenciais para se chegar a idéias gerais (natalidade, "crossing-over", tropismo). Há ainda nomes de coisas, tais como centrómero, hospedeiro, ATP. Finalmente há termos que não precisam ser aprendidos, termos que servem apenas como instrumentos para lidar com exemplos; são eles os nomes dos organismos. Certamente seria um erro pedagógico tratar da mesma maneira todos os termos técnicos.

Na primeira parte do texto, o vocabulário corrente é simplificado; no fim do livro, os autores esforçaram-se menos para achar sinônimos simples e o vocabulário usado aproxima-se, provavelmente, àquele que é usual para alunos que estão terminando o segundo ciclo.

Notas de margem. A impressão do livro em uma única coluna permitiu o uso da margem para diversas finalidades. A principal delas é pôr, à disposição do estudante, recursos que possam facilitar a compreensão do texto. A posição dessas anotações torna seu uso optativo. Os alunos que dispensarem tal tipo de auxílio, lerão o texto sem nenhuma interrupção; os demais, terão nelas uma assistência imediata.

Nas notas estão incluídas algumas definições. Estas, porém, nunca se referem a vocabulário técnico. (Os termos técnicos estão impressos em itálico e são explicados assim que ocorrem no texto). São definições de palavras de uso corrente, mas que podem ser desconhecidas para muitos alunos.

Algumas notas chamam a atenção do estudante para que relacione o texto com os exercícios, indicam onde encontrar ilustrações adequadas em outra parte do livro e dão um pequeno esboço biográfico dos cientistas mencionados.

Além disso, as notas oferecem aos melhores alunos oportunidades de aumentarem seus conhecimentos. Muitas dão a origem etimológica dos termos técnicos; a maioria deles deriva de raízes latinas e gregas, com as quais o estudante pode acumular um estoque de elementos, que facilitará a construção e compreensão do vocabulário científico, durante o curso e depois dele.

Finalmente, algumas questões, que levam o aluno a pensar e a pesquisar, estão também inseridas na margem.

Todas as notas de margem devem ser consideradas como material optativo. Os estudantes devem ser lembrados - freqüentemente, no início - de que elas foram feitas para auxiliá-los quando precisarem de ajuda. Nunca deverão tornar-se um obstáculo para o estudo.

Ilustrações. Num texto que enfatiza a biologia dos indivíduos, é necessária uma referência constante aos tipos de organismos que exemplificam os princípios gerais apresentados. Como o conhecimento dos estudantes em relação aos seres vivos varia muito, há figuras para a maioria dos organismos mencionados no texto, em muitos casos apenas para reforçar a discussão geral com imagens visuais.

Todas as outras ilustrações são material didático. Nenhuma foi selecionada ou planejada apenas com propósito decorativo. As legendas devem ligar as figuras ao texto e, freqüentemente, complementá-lo. As perguntas que, por vezes, estão nelas contidas, não foram incluídas por questão de retórica; devem ser consideradas como adicionais ao "Questionário" e respondidas pelos alunos.

Sempre que necessário, as ilustrações são acompanhadas por indicações do tamanho do organismo, isto é, é dada a proporção entre o tamanho da figura e o tamanho real ($x \frac{1}{4}$ = reduzido a um quarto do tamanho natural; $x 1$ = tamanho natural; $x 2$ = duas vezes o tamanho natural).

Investigações. A primeira função do laboratório é apresentar, tiradas da natureza, as evidências para os conceitos biológicos básicos. Esta função ilustrativa, provavelmente, foi a que prevaleceu na mente de Thomas Henry Huxley quando introduziu o ensino em laboratório na educação científica. Seu critério foi muito simples: ver é crer. No ensino de ciências, ninguém deve apelar para a autoridade de um professor ou de um livro; deve-se olhar diretamente para os fatos, para os fenômenos infinitamente variados da natureza. Infelizmente, a função ilustrativa tem sido tão enfatizada, que os estudantes passam a maior parte do tempo olhando demonstrações, observando através de microscópios, dissecando animais ou plantas, aprendendo nomes, lendo legendas em desenhos, mas raramente fazendo uma experimentação, no sentido de investigar realmente um problema, de procurar a resposta para o que é desconhecido.

Hoje se espera um pouco mais do trabalho de laboratório das escolas. É necessária a participação ativa do aluno em alguma investigação científica, se quisermos que ele perceba rapidamente a natureza e o significado verdadeiros da ciência e avale as forças que motivam os cientistas. Esta função investigadora do trabalho de laboratório exige uma abordagem diferente, uma revisão dos objetivos e, freqüentemente, uma modificação na orientação do professor. Exige materiais diferentes e, às vezes, mais caros. Torna desejável maiores facilidades quanto ao laboratório.

A função investigadora não exclui a função ilustrativa; apenas a complementa. Há pelo menos trinta anos, os professores de Biologia mais perspicazes vêm se empenhando em trazer a função investigadora, que caracteriza nosso século, para as proximidades da função que caracterizou o século passado. Ambas estão representadas nas investigações da Versão Verde.

Repetimos que as investigações são a parte mais importante do curso. Pelo menos metade do tempo de aula dos estudantes deve ser dedicado a elas (planejamentos, realizações, observações, anotações de dados, interpretações de dados, obtenção de conclusões e relacionamento do trabalho com outras fontes de informação).

As investigações estão situadas nos pontos em que se integram no desenvolvimento das idéias. Às vezes, estão no início do capítulo; às vezes, no fim; outras vezes, duas ou três investigações se sucedem, sem que haja texto algum entre elas. Muitas vezes duas ou mais investigações estão sendo realizadas simultaneamente e geralmente os alunos estarão discutindo o material lido, resolvendo os problemas, enquanto prossegue o andamento de suas experiências.

Devido à importância das investigações no curso da Versão Verde, uma seção especial é devotada a elas no Guia do Professor (pp. G 18 - G 23).

Questionário. As perguntas basearam-se diretamente no texto e nas ilustrações de cada capítulo. Exigem mais recapitulação do que raciocínio, embora, para os últimos capítulos, esta generalização não seja tão válida. A seqüência das perguntas obedece à ordem de apresentação das idéias. Assim, quando trechos do capítulo forem marcados para a discussão, as questões correspondentes poderão ser localizadas prontamente.

Pretende-se que essas questões sejam usadas pelo estudante, durante seu estudo. Para algumas classes, podem ser utilizadas para verificar a compreensão dos alunos quanto ao trecho estudado mas, se a discussão geral ficar limitada a elas, cairá para um nível muito baixo e grande parte do material não será aproveitado. Assim, mesmo em classes muito fracas, o professor precisa suplementar o questionário com outras perguntas que ele próprio fará, com base no conhecimento que tem sobre o interesse e o comportamento dos alunos. Em classes de nível médio, tais questões suplementares devem exigir mais raciocínio. Em classes que estejam acima da média, as perguntas do questionário devem receber pouca atenção na discussão geral.

Problemas. Ao contrário do "Questionário", os "Problemas" exigem raciocínio, cálculos ou pesquisa e, às vezes, as três coisas simultaneamente. Sua seqüência não tem nenhuma relação com a ordem das idéias apresentadas no texto e eles variam profundamente quanto ao grau de dificuldade. Não se pretende que sirvam de guia para o estudante enquanto estuda, mas devem ser considerados como extensões do capítulo. Embora, em alguns casos, os problemas possam servir como material para discussão em classe, não devem ser propostos em massa.

Não se tentou controlar o vocabulário ou a estrutura das sentenças na formulação dos problemas. Às vezes usam-se termos novos, sem nenhuma explicação. Supõe-se que os estudantes que estão suficientemente adiantados para resolvê-los, também saberão consultar dicionários e outras referências. Entretanto, não é possível ordenar os problemas de acordo com as dificuldades que possam apresentar. Eles devem ser propostos somente depois de considerados os interesses e a capacidade de cada estudante.

Para o professor, o principal valor dos problemas consiste nas sugestões que fornecem para a invenção de outros. São particularmente valiosos os que tenham sabor local ou que se baseiem em tópicos biológicos freqüentemente noticiados em revistas e jornais. Os problemas que levarão o estudante à experimentação não se distinguem, naturalmente, daqueles que são propostos sob o título "Para Investigação Posterior". Os melhores estudantes devem ser encorajados a propor e resolver seus próprios problemas.

Bibliografia. No final deste Guia, damos uma série de referências bibliográficas ao professor; muitas delas poderão também ser utilizadas pelos estudantes mas, como não são em português, não constam do livro do aluno. Uma vez que é importante incentivar os estudantes a lerem - todos e não apenas os "bem doados" - o livro do

aluno recomenda, no fim de quase todos os capítulos, algumas obras que complementam o texto e que são de leitura fácil e interessante ("Leituras Complementares") e outros que podem ser consultados quando houver necessidade de referências a livros mais especializados ("Bibliografia Auxiliar").

Apêndice I. Este apêndice contém informações gerais necessárias para o procedimento correto em laboratório. É preciso que seja lido antes da realização da Investigação 1.1 ou logo depois dela. Sua inclusão no Capítulo 1 não pareceu adequada aos autores; por outro lado, sua leitura terá que ser repetida várias vezes durante o curso. Por isso, essas instruções foram incluídas na forma de Apêndice, mas sua existência não deve ser ignorada.

Apêndice II. O esquema de classificação adotado na Versão Verde (veja a página G 10) é esboçado na Segunda Unidade do texto. No Apêndice II ele é apresentado numa sinopse, permitindo ao estudante ver os níveis de organização em estreita inter-relação. Manteve-se a linguagem em um nível tão pouco técnico quanto possível, mas nem todos os termos serão necessariamente compreendidos na ocasião em que os alunos estiverem estudando a Segunda Unidade. As ilustrações justapõem-se às descrições. Evidentemente, este material é apenas para referências. O professor poderá, se quiser e achar importante, mostrar um ou dois outros esquemas de classificação, para comparação.

Índice. O leitor deste Guia já percebeu que a memorização de definições tem um papel bem pequeno na Biologia do BSCS. Realmente importantes são a discussão do significado das palavras no contexto e o uso dos termos, mas isso não é feito através de uma lista de definições imutáveis. Por isso, os nossos textos não contêm glossários. Entretanto, o índice do livro do aluno é bastante compreensível, oferecendo aos estudantes pronto acesso a todo o material tratado, incluindo definições (veja, por exemplo, "meio abiótico", "biosfera", "doenças", "vírus").

INVESTIGAÇÕES: CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS

Bons trabalhos de Biologia na escola secundária têm sido realizados em laboratórios bem equipados e espaçosos e em pequenas salas de aula com equipamento improvisado. Evidentemente, em situações tão diferentes, os procedimentos precisam variar muito e, por isso, não se podem dar prescrições para o sucesso do ensino em laboratório. Os parágrafos seguintes pretendem apenas alertar o professor para as áreas mais sensíveis do planejamento.

Natureza das Investigações

Tôdas as investigações do livro do aluno fazem parte integrante do curso. Frequentemente, elas apresentam conceitos ou termos cuja compreensão é necessária para

o posterior desenvolvimento de idéias. Nenhuma delas deve ser suprimida sem que o professor leve em consideração os objetivos pretendidos pelo exercício. Tendo em mente a finalidade do curso, a omissão de uma investigação deve envolver maior deliberação do que a omissão de qualquer trecho do texto.

Algumas investigações são recomendadas como demonstrações. Em sua maioria, são exercícios para os quais a repetição do procedimento por toda a classe não teria nenhum propósito ou envolveria uma quantidade incomum de equipamento. Entretanto, o número de exercícios desse tipo deve ser limitado a um mínimo, mesmo que muitos daqueles que não receberam essa recomendação, pudessem ser apresentados como tal. Poder-se-ia redarguir que qualquer exercício considerado inadequado para a participação da classe, poderia ganhar como demonstração feita pelo professor, graças à sua capacidade, superior a dos estudantes. Porém, do ponto de vista pedagógico, as demonstrações realizadas por grupos de alunos geralmente são superiores às feitas pelo professor.

Organização dos Exercícios

Uma vez que os exercícios realizados individualmente ou por pequenos grupos contribuem de diferentes maneiras para o aproveitamento do estudante, não se seguiu nenhum padrão de organização. Não deveria haver nenhuma formulação rígida de investigação científica no laboratório das escolas secundárias, uma vez que tal formulação não existe no laboratório do cientista; entretanto, há um subtítulo comum a todos os exercícios, o "Procedimento" e, nos últimos parágrafos do texto, precedendo o exercício, estão implícitas suas finalidades.

Devem-se evitar todos os esforços para que cada estudante veja com clareza o propósito da sua atividade. Ele pode ver o objetivo e ainda atrapalhar-se, mas o mais provável é que compreenda o procedimento e o realize com maior proveito.

Quase todos os exercícios trazem uma lista de materiais, que é mais importante para o professor e seus auxiliares do que para o estudante. Na maioria das investigações, após o "Procedimento", segue-se um item intitulado "Estudando os Dados", em que são dadas as instruções para organizar os dados em tabelas ou gráficos e do qual o significado dos dados é extraído de questões adequadas. Às vezes, há um outro item, "Conclusões", quando uma situação experimental justifica o uso do termo.

Na introdução do exercício são salientadas as relações com outras investigações ou com idéias desenvolvidas no texto. Às vezes, os exercícios incluem um item intitulado "Informações Básicas", onde aparecem as explicações necessárias para a compreensão do procedimento do exercício. Ainda outros subtítulos são usados ocasionalmente.

No fim de alguns exercícios são encontradas sugestões "Para Investigação Posterior". Podem ser exploradas como trabalho individual, por estudantes que tenham maior aptidão ou interesse. Algumas são simples extensões do procedimento do exercício anterior; outras vinculam pensamento original e atenção ao planejamento. Na maioria dos casos, falta orientação específica; o estudante precisa fazer seu próprio plano de trabalho. Tais investigações representam uma etapa entre os exercícios para uso da classe (necessariamente estruturados para encontrar situações lógicas) e os projetos experimentais encontrados em: Research Problems in Biology: Investigation for Students (BSCS - New York: Doubleday & Co., Inc., 1963).

As perguntas são propostas onde quer que pareçam apropriadas, mesmo na introdução, mas a maioria delas é apresentada nos itens "Estudando os Dados", "Dis-

Conclusão. Em algumas investigações (1.2 e 1.3, por exemplo), as questões propostas estão no procedimento e em outras, o procedimento avança através das perguntas feitas. A única coisa que separa a questão do resto do texto é o número que a precede.

Algumas investigações são recomendadas como demonstrações. Em sua maioria, são exercícios para a repetição do procedimento por toda a classe e não teriam nenhuma proposta ou envolvimento em atividades incomuns de equipamento. Entretanto, o número de exercícios desse tipo deve ser limitado a um mínimo, mesmo que muitos deles não recebam essas recomendações.

O Caderno de Laboratório

Cada estudante deve ter seu caderno de laboratório, para anotar os dados obtidos nas investigações e isso deve ser feito simultaneamente ao trabalho prático. Embora esse caderno seja para anotações pessoais e não para relatórios ao professor, este precisa verificá-lo para assegurar-se de que o aluno está usando os métodos mais eficientes de anotar e organizar os dados.

Na investigação e isso deve ser feito simultaneamente ao trabalho prático. Embora esse caderno seja para anotações pessoais e não para relatórios ao professor, este precisa verificá-lo para assegurar-se de que o aluno está usando os métodos mais eficientes de anotar e organizar os dados. Não há necessidade de o professor recolher os cadernos para isso. No início do curso, a verificação deve ser freqüente e ir se espaçando à medida que o ano passa.

O uso desse caderno é explicado detalhadamente do Apêndice I do livro do aluno.

Uma vez que os exercícios realizados individualmente ou por pequenos grupos contribuem de diferentes maneiras para o aproveitamento do estudante, não se seguem nenhum padrão de organização. Não deveria haver nenhuma formulação rígida de modificações científicas no laboratório das escolas secundárias, uma vez que a investigação não existe no laboratório do cientista; entretanto, há um padrão comum a todos os exercícios, o "Procedimento", e nos últimos parágrafos do texto, precedendo o exercício, estão implícitas suas finalidades.

Modificações

Para quase todos os exercícios, são possíveis muitas variações; algumas delas estão anotadas na Segunda Parte deste Guia; outras serão ditadas pela necessidade. No começo do curso, é melhor seguir as instruções dadas tanto quanto o permitirem as condições da escola, para que se estabeleça a conexão entre variações no procedimento e variações no resultado.

Por isso, é conveniente fazer com que os estudantes sigam as instruções e, quanto menor o número de modificações com que eles tentam que lutar, tanto melhor. Se muitas modificações tiverem que ser feitas, será melhor o professor reescrever as instruções inteiramente. Mais tarde, não será necessário nem conveniente seguir rigidamente os procedimentos impressos. Em classes mais capazes, poderão surgir variações valiosas, que podem aumentar o rendimento didático dos resultados. Porém, o professor deve autolimitar-se contra a quebra na linha de raciocínio. Variações no procedimento podem degenerar em mero remendo, se as ligações entre procedimento, dados e conclusões não forem bem fortes.

Finalmente, as investigações propostas não devem, de maneira alguma, inibir os esforços do professor em criar exercícios mais adequados às suas condições. De- vem, ao contrário, encorajá-lo a isso.

As perguntas são propostas onde quer que pareçam apropriadas, mesmo as in- produção, mas a maioria delas é apresentada nos livros "Estudando os Dados", "Dis-

Planejamento dos Trabalhos

Conteúdo

Um planejamento cuidadoso é o distintivo do bom professor e, se é especialmen- te importante no ensino das ciências, em Biologia é crucial.

A Biologia do BSCS, com sua ênfase nos procedimentos experimentais que envol- vem material vivo, exige um planejamento minucioso. Frequentemente, o professor precisa considerar, simultaneamente, a devolução dos materiais usados em uma in- vestigação já concluída, a distribuição e o cuidado com os materiais que estão sendo usados nos exercícios em andamento, precisa, ainda, providenciar os materiais neces- sários para o trabalho que vai ser realizado nos próximos dias e os que serão usados em investigações que serão feitas daí a duas, quatro, seis ou mais semanas.

Entre essas atividades de planejamento, é fácil negligenciar as que estão mais distantes, embora sejam essenciais. Muitas vezes, os professores de ciências não têm tempo disponível para a preparação do laboratório e dos materiais para os exer- cícios. Em outras escolas, em que há preparadores, estes se encarregam de prepa- rar o material.

Iniciando o Trabalho

Mesmo nas escolas em que os professores não dispõem de um laboratório, é possível melhorar sua capacidade em providenciar o material para o trabalho de seus alu- nos. Onde houver mais de um professor de Biologia, a divisão das tarefas entre- fortes economiza tempo e trabalho. Muito tempo pode ser poupado com a organização de grupos. Se queremos implantar na mente dos estudantes a importância do trabalho em laboratório, não deve haver demora no início dos trabalhos práticos. Como o proce- dimento envolvido na investigação 1.1 é muito pequeno, é possível realizá-la já na segunda aula do curso, mas, antes que se inicie a investigação 1.2, algumas regras fundamentais devem ser consideradas. São elas:

- 1. Necessidade de completa familiarização com a finalidade do exercício e com os procedimentos que devem ser seguidos.
- 2. Determinação dos locais de trabalho de cada equipe e regulamentação da mobilidade do estudante durante o trabalho.
- 3. Um planejamento para distribuição e devolução dos materiais usados.
- 4. Princípios para o trabalho em equipe: liderança, aceitação da responsabi- lidade e coordenação dos esforços.
- 5. Relação entre o caderno de anotações, as anotações e o exercício completado.
- 6. Métodos de avaliação do trabalho do estudante no laboratório.

Cada estudante precisa conhecer a finalidade de cada exercício; precisa compreen- der o procedimento na sua íntegra e, especialmente, a parte da qual ficará encarregado. O professor tem certa responsabilidade em introduzir adequadamente cada exercício e de adaptar (quando necessário) o material para a situação particular de sua classe. Os materiais que compõem a introdução ou as "Informações Básicas" frequentemente apresentam idéias que não são encontradas no texto e podem exigir ensino direto. O professor é inteiramente responsável pelo Material necessário, embora possa de- legar parte dessa responsabilidade para os preparadores ou para alunos. Todo o ma- terial deve estar à mão quando os trabalhos começarem. Nada é mais prejudicial ao bom trabalho do laboratório do que a falta de um item essencial num momento críti- cis, obtenção e interpretação dos dados. Em qualquer caso, a discussão em classe, seguido-as ao trabalho de laboratório, é o melhor meio de se desenvolver a compreen- são da verdadeira natureza da ciência. Nem mesmo os "Cavilhas ao Raciocínio" são tão efetivos em pôr, diante do estudante, a lógica da ciência, as dificuldades da pesqui- sa, as incertezas do conhecimento.

Encontrando Tempo

Tendo compreendido a importância básica do trabalho de laboratório e tendo se inteirado do conteúdo do livro do aluno, particularmente das investigações, o professor imediatamente pergunta: "Como poderei encontrar tempo para preparar todo esse material?"

Não se pode dar uma resposta completa a esta questão. Os professores têm encontrado tempo, de uma maneira ou de outra. Durante os anos em que os materiais do BSCS foram testados, cada estratégia sugerida pelos professores para ganhar tempo, pareceu apenas abrir novas oportunidades para expandir as atividades de laboratório.

Onde os sistemas escolares tornaram-se convencidos de que o trabalho em laboratório, intenso e verdadeiramente investigador, é importante sob o ponto de vista educativo, têm sido úteis vários tipos de ação administrativa. Em algumas escolas, os professores de ciências dão, no seu período de trabalho, uma aula a menos e este tempo fica disponível para a preparação do laboratório e dos materiais para os exercícios. Em outras escolas, em que há preparadores, estes se encarregam do preparo do material.

Mesmo nas escolas em que os professores não disponham de auxiliares, pode ele melhorar sua capacidade em providenciar o material para o trabalho dos seus alunos. Onde houver mais de um professor de Biologia, a divisão das tarefas preparatórias economiza tempo e trabalho. Muito tempo pode ser poupado com a organização dos materiais; por exemplo, uma pequena sala para armazenagem ou preparação, onde cada material ocupe um determinado lugar.

O mais importante, entretanto, é a ajuda voluntária dos estudantes. Em quase todas as classes, alguns alunos consideram um privilégio auxiliar nas preparações das aulas práticas. Tais estudantes não apenas contribuem realmente para livrar o professor de pequenas tarefas rotineiras, como também percebem (o que é de grande vantagem) que "lavar frascos" é parte essencial do trabalho de laboratório.

Naturalmente, nada há de novo no que dissemos, mas algumas sugestões podem ser úteis. Os estudantes que ajudarão o professor devem ser escolhidos de uma maneira informal e os demais não devem ser excluídos, uma vez que, mais tarde, poderão vir a estar interessados em auxiliar.

Verificando o Trabalho

Cada investigação deve ser seguida por uma discussão em classe.

O tipo de discussão variará com o tipo de exercício. Quando se tratar de uma observação, o professor precisará relacioná-la com o propósito do exercício. Quando for experimentação, o professor precisará verificar se foi compreendida toda a linha de raciocínio, desde a hipótese até as conclusões, através do planejamento da experiência, obtenção e interpretação dos dados. Em qualquer caso, a discussão em classe, seguindo-se ao trabalho de laboratório, é o melhor meio de se desenvolver a compreensão da verdadeira natureza da ciência. Nem mesmo os "Convites ao Raciocínio" são tão efetivos em pôr, diante do estudante, a lógica da ciência, as dificuldades da pesquisa, as incertezas do conhecimento.

Para muitas investigações, a discussão em classe já constitui uma conclusão satisfatória. Não há necessidade de se exigirem relatórios escritos para todos os exercícios; isso poderia resultar apenas em um mau uso do tempo do estudante - um excesso de coisas para escrever - e do professor - um excesso de coisas para ler. Para que exercícios devam ser feitos relatórios, é uma questão de escolha pessoal, mas parece mais razoável pedi-los para os que envolvam uma experimentação (tal como a Investigação 1.4) do que para os que envolvam apenas observações (tal como a Investigação 1.2).

Um relatório ritualístico, exigindo que o estudante copie grande parte do exercício, não terá sentido. Será apenas uma maneira de solapar a finalidade do laboratório. De um modo geral, um relatório deve consistir de (a) título, (b) dados relevantes tirados do caderno de laboratório e (c) respostas concisas às questões encontradas no exercício. No começo do curso, as questões podem ser discutidas em classe, antes de ser pedido o relatório escrito; mais tarde, quando já se houver atingido um bom padrão de respostas aceitáveis, deve-se inverter a ordem.

PROVAS DE AVALIAÇÃO

Não importa quais sejam os objetivos do curso nem quão diligentemente o professor tenha dirigido seus esforços para consegui-los; tudo isso será em vão, a menos que as provas usadas para avaliar os progressos do estudante reflitam esses objetivos. Por muito que se faça a favor de tais metas, os estudantes permanecem realistas; eles trabalham visando as provas. Assim, é da maior importância que estas, num curso do BSCS, baseiem-se nos objetivos do BSCS.

Se o objetivo do professor for a memorização, por parte de seus alunos, de definições arbitrárias e precisas, não deverá ele usar os materiais do BSCS, que certamente trarão frustrações a si e aos estudantes. Mas se não for esse seu objetivo, então ele precisa estar seguro de que as provas que organiza não exigem apenas memorização de termos. Se o professor acredita realmente que o trabalho de laboratório é tão importante quanto as informações contidas no texto, então precisa basear suas provas de avaliação, pelo menos igualmente, no laboratório e no texto.

Para muitas investigações, a discussão em classe já constitui uma conclusão satisfatória. Não há necessidade de se exigirem relatórios escritos para todos os exercícios: isso poderia resultar apenas em um mau uso do tempo do estudante - um excesso de coisas para escrever - e do professor - um excesso de coisas para ler. Para que exercícios devam ser feitos relatórios, é uma questão de escolha pessoal, mas parece mais razoável pedir-las para os que envolvam uma experimentação (tal como a Investigação 1.4) do que para os que envolvam apenas observações (tal como a Investigação 1.5).

Um relatório ritualístico, exigindo que o estudante copie grande parte do exercício, não terá sentido. Será apenas uma maneira de sobrecarregar a finalidade do laboratório. De um modo geral, um relatório deve consistir de (a) título, (b) dados relevantes tirados do caderno de laboratório e (c) respostas concisas às questões encontradas no exercício. No começo do curso, as questões podem ser discutidas em classe, antes de ser pedido o relatório escrito; mais tarde, quando já se houver atingido um bom padrão de respostas aceitáveis, deve-se inverter a ordem.

PROVAS DE AVALIAÇÃO

Não importa quais sejam os objetivos do curso nem quão diligentemente o professor tenha dirigido seus esforços para conseguí-los; tudo isso será em vão, a menos que as provas usadas para avaliar os progressos do estudante reflitam esses objetivos. Por muito que se faça a favor de tais metas, os estudantes permanecerem realistas; eles trabalharão visando as provas. Assim, é de maior importância que estas, num curso de BSCS, baseiem-se nos objetivos do BSCS.

Se o objetivo do professor for a memorização, por parte de seus alunos, de definições arbitrárias e precisas, não deverá ele usar os materiais do BSCS, que certamente trarão frustrações a si e aos estudantes. Mas se não for esse seu objetivo, então ele precisa estar seguro de que as provas que organiza não exigem apenas memorização de termos. Se o professor acredita realmente que o trabalho de laboratório é tão importante quanto as informações contidas no texto, então precisa basear suas provas de avaliação, pelo menos igualmente, no laboratório e no texto.

SUGESTÕES ESPECÍFICAS PARA O TEXTO E O LABORATÓRIO

Os seres vivos são o centro da atenção nesta primeira unidade. É necessário que, desde o primeiro dia de aula, haja animais e plantas disponíveis para o estudo destes capítulos.

O Precário do livro do aluno deve ser lido concomitantemente com a introdução à Primeira Unidade, mas é importante que o professor resista ao impulso de fazer uma explanação demorada sobre esses tópicos. Nesta fase ela não produzirá nada e, provavelmente, será prejudicial.

PRIMEIRA UNIDADE

O MUNDO VIVO: A BIOSFERA

Os seres vivos são o centro da atenção nesta primeira unidade. É necessário que, desde o primeiro dia de aula, haja animais e plantas disponíveis para o estudo destes capítulos.

O Prefácio do livro do aluno deve ser lido concomitantemente com a introdução à Primeira Unidade, mas é importante que o professor resista ao impulso de fazer uma explanação demorada sobre esses tópicos. Nesta fase ela não produzirá nada e, provavelmente, será prejudicial.

CAPÍTULO 1

A TEIA DA VIDA

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

As "Idéias Fundamentais", que abrem os comentários referentes a cada capítulo do Livro do Aluno, não devem ser impostas ao estudante. Elas contituem apenas um instrumento para o professor usar ao planejar a discussão do capítulo com a classe.

1. Para que qualquer estudo científico seja proveitoso, é indispensável que a natureza do empreendimento científico seja bem compreendida.
2. Os organismos tendem a manter um equilíbrio dinâmico, interna e externamente, em face a modificações do ambiente. Este é o princípio da homeostase.
3. A energia flui do Sol, através do sistema vivo, para o meio físico, do qual é irrecuperável.
4. Introduzida no sistema vivo sob a forma de luz, a energia passa de organismo a organismo na forma de energia química.
5. A matéria que compõe os seres vivos é a mesma encontrada no meio físico.
6. Ao contrário da energia, a matéria se move de maneira cíclica entre o sistema vivo e o meio físico.
7. Todo o sistema vivo, juntamente com o meio abiótico, pode ser conceitualizado como "biosfera".
8. O homem (parte integrante da biosfera, apesar de possuir poderes extraordinários) enfrenta enormes problemas quanto à manutenção do equilíbrio da biosfera. Sua existência e a de todos os outros seres dependem da compreensão que ele tenha da Biologia.

PLANEJAMENTO

Antes de começar o período letivo, verifique se sua escola dispõe dos materiais relacionados no Apêndice B deste livro e que serão utilizados nas investigações. Da quantidade de material existente, dependerá o número de equipes em que serão distribuídos os alunos de cada classe, embora o ideal seja equipes com 3 ou 4 elementos.

Nas listas de material, que aparecem em todas as investigações, fazem parte também os organismos vivos e outros materiais específicos para o exercício, muitos dos quais precisam ser conseguidos com antecedência. Para facilitar o trabalho do professor ou de seus auxiliares, incluímos, no Guia, como um lembrete, a relação desses materiais e, sempre que necessário, os materiais para os capítulos seguintes, que exigem mais tempo para serem preparados.

Primeiro: selecionar os organismos para a Investigação 1.1 e preparar as etiquetas.

Segundo: preparar infusões para obter microrganismos clorofilados; elas serão usadas nas Investigações 1.1 e 1.3.

Terceiro: preparar pequenas tiras de jornal e fotografias de revistas para a Investigação 1.2.

Quarto: para a Investigação 1.3 haverá necessidade de batatas e de fermento de padaria (latas de fermento granulado conservam-se por muito tempo em geladeira). O fermento deve ser dissolvido em água e açúcar na véspera da aula.

Quinto: obter sementes para a Investigação 1.4.

Sexto: conseguir girinos (caramujos ou peixinhos) e elódea para a Investigação 1.5.

Antes de concluir o estudo do Capítulo 1, veja, na parte do Guia correspondente ao Capítulo 2, quais os materiais que precisarão ser preparados com antecedência.

ORIENTAÇÃO GERAL

Enquanto estiver sendo estudado e discutido o primeiro trecho do capítulo (pp. 2-5, questões 1-3), o professor terá tempo de completar os detalhes rotineiros da organização do trabalho de laboratório, para a realização da Investigação 1.1.

É importante que os alunos leiam o Prefácio, uma vez que seu conteúdo é relevante para a Investigação 1.1 e uma introdução para o item "O Ponto de Vista do Cientista" (pp. 4-20).

As quatro primeiras investigações deste capítulo estão agrupadas, mas não há necessidade de estarem todas concluídas para continuar o estudo do texto. Enquanto o trabalho de laboratório prossegue, o professor pode designar os itens seguintes para serem estudados, por exemplo, pp. 20-23 (questões 6-8), pp. 24-30 (questões 9-11) - na qual está intercalada a Investigação 1.5 - pp. 31-34 (questões 12-14) e pp. 34-36. Enquanto o professor não conhecer bem a capacidade de entendimento de sua classe, é conveniente mandar estudar trechos pequenos.

Recomenda-se que as quatro primeiras investigações sejam feitas com o mínimo de modificações possível. Isso redundará em menor confusão, salientará a importância da leitura cuidadosa dos "Procedimentos" e imprimirá confiança aos alunos. Posteriormente, o professor poderá querer modificar os procedimentos indicados no livro do aluno, para aproveitar circunstâncias próprias da região em que trabalha.

Deve-se dar atenção especial ao caderno de anotações (livro do aluno, pp. 220-222 e Guia do Professor, p. G 20).

Ao terminarem o ginásio, os estudantes já têm conhecimentos suficientes de Física e Química para entenderem o Capítulo 1. Se, entretanto, não tiverem a base necessária, tudo o que será preciso é uma explicação sucinta de termos básicos, como "elemento", "composto", "símbolo", "fórmula" e "transformação química".

O grande perigo que o professor enfrenta ao dar este capítulo é o de emaranhar-se no texto. Deve lembrar-se que este é um capítulo introdutório. A dependência dos produtores em relação à energia solar, dos consumidores em relação aos produtores, a interdependência do mundo vivo e o meio físico serão sempre o tema básico ao longo de todo o curso. Como esses tópicos aparecerão continuamente, a profundidade de conhecimentos nessa introdução não precisa ser grande. Por isso, tenha cuidado para não se perder em detalhes. Faça com que os alunos realizem o trabalho de laboratório e passe para o capítulo seguinte o mais rapidamente possível.

ALGUMAS NOTAS

PREAS E CAPIM
(pp. 2 - 4)

p. 3, §3: Os termos "produtor" e "consumidor" são equivalentes, respectivamente, a "autótrofo" e "heterótrofo", que o professor poderá introduzir se quiser, mas os primeiros têm lugar firmado na literatura ecológica.

p. 3, fig. 1.2: A energia passa do Sol para o produtor (acácia), dêste para o consumidor de primeira ordem (girafa) e dêste para o de segunda ordem (leão). Conviém usar organismos variados, de lugares diversos, para ilustrar cadeias alimentares. Suplemente os exemplos do texto e das figuras com outros, próprios do ambiente do estudante, tais como: banana - homem - pernilongo, lixo - rato - gato - pulga.

O PONTO DE VISTA DO CIENTISTA
(pp. 4 - 20)

Este trecho não é uma descrição do "método científico"; êle apenas dá uma idéia das maneiras como os cientistas trabalham. Observação e verificação são olhadas como processos fundamentais, sem os quais não pode haver ciência. O texto dispensa discussões; as quatro investigações inseridas no item permitem abordar todos os pontos importantes e poderão ser complementadas por "Convites ao Raciocínio" (veja a p. G 40).

Investigação 1 . 1

Observando Sêres Vivos
(pp. 5 - 7)

O objetivo desta investigação é o processo da observação.

Preparando o Laboratório.

Deve-se dar preferência a organismos vivos. Pode-se pedir aos estudantes que auxiliem a obter o material, porém, provavelmente, essa contribuição limitar-se-á a animais e vegetais mais comuns e o professor terá que suplementá-la para que haja equilíbrio entre o número de plantas, animais e protistas.

Neste primeiro exercício os microscópios serão instrumentos passivos. O professor, ou o seu auxiliar, deverá prepará-los de maneira que a iluminação e a focalização sejam perfeitas. As culturas devem ser bem ricas, para que o estudante não precise mexer no microscópio; êle apenas observará. É claro que o aparelho despertará grande interesse e é boa pedagogia capitalizar o interesse imediato, mas melhor ainda é evitar fazer muitas coisas ao mesmo tempo.

Damos a seguir a lista de organismos que foram considerados adequados para este exercício.

Para observação ao microscópio: Euglena, Volvox, Spirogyra, lêvedo, paramécios, rotíferos, nematóides.

Para observação em lupa: Rhizopus, hepáticas, musgos, líquens, hidras, planárias, pequenos anelídeos, pequenos insetos.

Para observação a olho nu: algas marinhas, cogumelos, samambaias, elódea, cacto, gerânio (com flores), begônia (com flores), sensitiva (Mimosa pudica), esponja, minhoca, marisco, caramujo, camarão, lacraia, besouro, aranha, lagarta de borboleta, peixe, sapo, rã, cobra, jaboti, lagartixa, canário, coelho, rato, cobaia.

Dirigindo os Trabalhos

O tempo para observação de cada organismo deve ser de, pelo menos, um mi-

nuto e meio. O número de espécimes deve ser calculado em relação à duração da aula e ao número de estudantes de cada classe. Estes trabalharão aos pares.

Um dia antes da realização do exercício, o professor deve dar aos alunos as instruções necessárias. Eles precisam saber o total de organismos que terão de observar e cada par deve saber o número do espécime com o qual começará o exercício. O sinal para passar ao espécime seguinte terá que ser obedecido imediatamente. As tabelas deverão estar preparadas no caderno de anotações, com uma cópia que será entregue ao professor no fim do exercício.

Durante a observação, o professor apenas marcará o tempo, dará o sinal para o rodízio e se certificará de que o trabalho prossegue normalmente. Os estudantes sentir-se-ão inseguros e farão muitas perguntas sobre o que procurar e como anotar suas observações. O professor não deve respondê-las durante a realização do exercício. As dificuldades encontradas fazem parte do aprendizado da observação. Os alunos devem ser encorajados a escrever em seus cadernos qualquer dúvida que surja enquanto estiverem observando.

Dirigindo a Discussão

Terminadas as observações, será necessário algum tempo para a discussão. Os estudantes já terão seus dados anotados da maneira descrita na página 6 do livro do aluno. A primeira tarefa do professor é verificar a precisão da observação. Ver uma cópia das tabelas, antes da discussão, com os erros assinalados, facilitará seu trabalho e tornará a aula mais rendosa. Por exemplo, o estudante anotou presença de raízes em gerânio por que as viu ou por que acha que uma planta presa ao solo necessariamente tem raízes? Isso permitirá explicar a diferença entre observação e inferência. Em segundo lugar, o professor deve tentar despertar em seus alunos uma atitude crítica em relação aos pontos que eles sugerem como características de plantas e de animais, usando o mais possível os conhecimentos que possuem. É evidente que nenhuma conclusão definitiva, relacionada ao problema proposto no texto e que deu margem ao exercício, pode ser tirada de dados tão limitados e isso precisa ser salientado.

Lembre-se: o objetivo desse exercício é o processo da observação e não os resultados.

Investigação 1 . 2

Uso do Microscópio: Introdução
(pp. 7 - 13)

Os estudantes geralmente têm grande interesse pelo microscópio e pelo mundo que pode ser visto através dele. Esta motivação natural pode ser de grande valor para a introdução de algumas idéias básicas sobre o papel dos instrumentos em Biologia, como, por exemplo, as seguintes:

1. O microscópio é um instrumento que permite ao biólogo levar suas observações para além do que pode ver a olho nu.

2. A maneira como o instrumento é usado determina o tipo e a quantidade de informações que o cientista pode obter.

3. As informações obtidas através de instrumentos têm originado problemas que nunca teriam surgido se esses aparelhos não existissem. Se o biólogo nunca tivesse visto euglenas, paramécios ou bactérias, o problema de decidir quais organismos seriam animais e quais seriam plantas, seria muito simples.

4. O desenvolvimento de muitos ramos da ciência, inclusive da Biologia, tem estado estritamente ligado ao emprêgo e aperfeiçoamento de instrumentos, que tornam possível a obtenção de informações cruciais. O microscópio é um excelente exemplo de tais instrumentos.

Material

A letra deve ser bastante pequena para caber no campo de menor aumento. Tente encontrar pedaços de jornal impressos de um só lado. As tiras devem ter apenas um centímetro de comprimento. Figuras impressas em revistas, que usam papel de boa qualidade, são preferíveis às de jornal.

Procedimento

Como há vários tipos de microscópio, as explicações dadas no livro do aluno tiveram que ser em termos gerais. Pela mesma razão, a identificação e descrição das partes do microscópio foram omitidas nas instruções do exercício. O professor deve mostrar um exemplar do tipo disponível no colégio, identificando as partes.

A iluminação adequada é essencial para um trabalho eficiente; o microscópio mais aperfeiçoado poderá dar péssimo rendimento, se a iluminação for má. Em muitos casos, para se obter uma boa iluminação, é necessário usar uma lâmpada para cada microscópio.

A experiência anterior do estudante, a quantidade e qualidade do equipamento disponível, o grau de capacidade do aluno, são alguns dos fatores que determinarão o rendimento de qualquer aula. Entretanto, a maioria das classes necessitará apenas de parte de uma aula para a introdução ao uso do microscópio e duas aulas inteiras para a realização do exercício. A pressa exagerada resultará em falhas técnicas e na aquisição de atitudes incorretas no trabalho de laboratório. Deve ser dado bastante tempo para que o estudante possa trabalhar cuidadosamente e possa ter oportunidade de realizar um trabalho de boa qualidade.

À medida que realizam o exercício, os alunos devem fazer anotações. As questões que se encontram no "Procedimento" devem ser discutidas sucintamente depois de concluído o exercício. Encoraje os alunos para que usem as anotações como base para a discussão. Verifique essas anotações, casual e informalmente, durante a discussão, para certificar-se de que todos os alunos fizeram suas próprias observações.

As anotações servirão de base para uma pequena discussão em classe quando o exercício tiver terminado. Uma vez que as notas basearam-se apenas em observações, os desentendimentos entre os estudantes refletirão as diferenças na interpretação das instruções. Não ordene que a observação seja "correta", mas tente descobrir a causa da dificuldade, para que as equipes cheguem a um acôrdo.

Certifique-se de que, no término dos trabalhos de laboratório, este esteja em completa ordem. Se isso for negligenciado no início do curso, o professor poderá ter problemas desse tipo durante o ano inteiro.

Investigação 1.3

Uso do Microscópio: Material Biológico

(pp. 13 - 15)

Depois de aprender alguma coisa sobre este instrumento, o estudante vai usá-lo para observar material biológico.

Material

Para preparar uma solução de lugol ($I_2.KI$), dissolva 15 g de iodeto de potássio em um litro de água e misture cerca de 3 g de iodo a esta solução. Terá assim uma solução estoque. Para usá-la como corante dilua com água, na proporção de 1 : 10 e guarde-a em pequenos vidros com tampas de conta-gôtas, para facilitar a aplicação.

Para preparar culturas de lêvedo, adicione cerca de 1 g de fermento seco em pequena quantidade de água e misture bem para formar uma pasta espessa. Prepare uma solução de água e açúcar num bquer de 250 ml e acrescente o fermento dissolvido. Mexa com um bastão de vidro e guarde o frasco aberto em lugar quente e escuro. Essas culturas devem ser feitas na véspera da experiência.

Para obter as culturas mistas, basta recolher um pouco de água de lagoa em cubas de vidro; terá assim um suprimento de algas, rotíferos e ciliados. Se não puder fazer essa coleta, pode preparar as culturas em laboratório, pondo algumas fôlhas de alface em água (de fonte ou de lagoa, para evitar os íons metálicos) e deixando em repouso por 10 a 12 dias.

Procedimento

Como na investigação anterior, os estudantes devem anotar, no caderno de laboratório, as respostas às questões propostas no exercício, no momento em que as observações forem feitas.

Uma pequena discussão em classe concluirá o trabalho, mas não há necessidade de um acôrdo geral sobre tôdas as observações. A ênfase deve ser posta nas razões que explicam as diferenças encontradas.

(2) Notar a estrutura em camadas dos grãos de amido dependerá da iluminação. Muitos estudantes não a verão. Ela é real ou os alunos que a mencionaram viram alguma coisa que não existe? Esta é uma boa oportunidade para se discutirem artifícios de técnica.

(4) As diferenças dependem do gradiente de coloração e podem ser notadas facilmente à medida que o corante se dispersa.

(5) Veja a questão (2).

Os alunos poderão aplicar o que aprenderam no exercício anterior e calcular o tamanho aproximado dos grãos de amido maiores. Avaliando o número de grãos que poderiam estar enfileirados ao longo do diâmetro do campo, cujo valor é conhecido, o cálculo será imediato.

(6) Se aparecerem grãos de amido nas preparações, os estudantes não limpam bem as lâminas.

(7) Os estudantes poderão ter dificuldade em concluir que a presença de pequenos organismos ligados a outros maiores indica brotamento. Poderá ser necessário um desenho no quadro-negro; essa observação deverá ser lembrada quando for discutido o conceito de "indivíduo", no Capítulo 2.

(8) Não é comum ver muita coisa da estrutura em lêvedos não corados. Nos or-

ganismos corados podem ser vistos núcleos.

(11) Isso mostrará a profundidade de foco (a variação de distância dos objetos observados, na qual eles permanecem nítidos). Um esquema no quadro-negro poderá ajudar a esclarecer a idéia.

(12) Aumentando a imagem, o microscópio também aumenta a velocidade aparente, porque, aparentemente, a distância entre o observador e o objeto diminui.

Investigação 1. 4

Uma Experiência: Germinação de Sementes

(pp. 16 - 19)

Este exercício apresenta ao estudante o método experimental. Está relacionado fundamentalmente aos conceitos abarcados pelos termos "hipótese", "variável", "contrôle", "dados" e "conclusões". O estudante terá uma visão melhor desses conceitos e verá a importância dos números e dos gráficos no registro das observações. Deve ver também o valor do trabalho em equipe e a possibilidade de planejar um procedimento simples para a obtenção de dados sobre as duas hipóteses apresentadas. Qualquer informação sobre germinação é incidental, apesar de não ser sem valor para os capítulos seguintes, nos quais se discute a influência dos fatores do ambiente sobre populações.

Material

Podem ser usadas sementes de milho, aveia, nabo, rabanete, ervilha, feijão (sujeito a fungo, mesmo quando tratado com fungicida), cenoura, salsa, pepino, abóbora, girassol.

Para deixar as sementes em embebição, qualquer recipiente substitui os béqueres.

Se não houver placas de Petri em número suficiente, as sementes podem ser postas em pires e recobertas com papel de alumínio, para evitar a evaporação.

Se os estudantes precisarem recortar papel-filtro, é necessário acrescentar tesoura à lista de material.

O professor pode achar conveniente tratar as sementes com fungicida, para impedir a contaminação por fungos. Muitos são vendidos comercialmente e podem ser usados de acordo com as instruções que vêm em cada pacote, mas podem ser substituídos por diversas substâncias que geralmente existem nos laboratórios das escolas: álcool etílico ou isopropílico (70%); deixe as sementes durante um minuto; formaldeído: dilua o formol comercial (1 : 500) e deixe as sementes na solução durante vinte minutos; hipoclorito de sódio: dilua alvejantes comerciais na proporção de 1 : 4 e deixe as sementes na solução durante quinze minutos.

Procedimento

O número de alunos por equipe dependerá do material disponível, mas até 4 ou 5 estudantes é um bom número. Para testar a segunda hipótese, cada equipe deverá

trabalhar com um tipo de sementes. Entre os vários tipos, devem estar aqueles que mostram uma grande variação nas respostas; em extremos opostos estão o rabanete e a salsa.

O tratamento com fungicida reduz a perda de germinação devida a injúrias causadas por fungos às sementes, mas não a elimina.

Todas as sementes devem ser "plantadas" ao mesmo tempo. Por isso, é preciso elaborar um programa que garanta que todos os grupos de sementes fiquem em embebição durante o tempo adequado. As que precisam ficar em embebição durante 72 horas, devem ser colocadas em água três dias antes do "plantio"; as que ficarão 48 horas, serão postas em água dois dias antes e as que ficarão 24 horas, serão postas em embebição na véspera do "plantio". Se necessário, o tempo de embebição para o último grupo de sementes, pode variar de 2 a 4 horas, dependendo do esquema programado para o dia do início da experiência. Evidentemente, terão que ser incluídos os fins de semana. É conveniente começar o trabalho numa sexta-feira e alguns alunos levarem os recipientes para casa, para pôr as sementes em embebição no sábado e no domingo. Assim haverá uma semana para observações.

Para evitar confusão entre o material das várias equipes, todos os frascos para embebição e placas de Petri devem ser rotulados com a identificação da classe e da equipe, além da etiqueta própria do exercício.

Todas as placas deverão ser colocadas no mesmo ambiente para que outras variáveis, tais como luz e temperatura, não interfiram nos resultados.

Completando a Investigação

Embora o trabalho real exija pouco tempo, excetuando-se o primeiro dia e o dia do "plantio", o procedimento se estende por uma semana ou mais. Durante este período, é fácil perder a visão do objetivo, se não se der particular atenção ao andamento da experiência.

É possível que alguns alunos precisem de ajuda para construir seus histogramas. Verifique as anotações, para certificar-se de que os dados estão sendo coletados diariamente e veja o exemplo de histograma dado no texto (p. 18 do livro do aluno). No quadro-negro deve ser colocada uma tabela geral, para anotações dos dados sobre os diferentes tipos de sementes. Certifique-se de que as equipes colocaram nessa tabela somente os resultados das sementes que não ficaram em embebição (0 hora).

Essas observações poderão parecer sem importância, mas a atenção a tais detalhes é especialmente necessária para bons resultados. A recompensa será uma discussão proveitosa no fim do exercício é um trabalho melhor nas investigações seguintes.

No fim da experiência, é essencial que as questões sejam discutidas. Nessa ocasião devem ser feitas referências constantes ao texto que precede o exercício é às hipóteses propostas. Note que todas as questões se referem exclusivamente ao método experimental e não à germinação.

Conclusões e Discussão

(1) Pode acontecer que a diferença entre o tempo de germinação das sementes embebidas e não embebidas seja muito pequena. Pergunte qual deve ser a diferença para que a resposta Sim ou Não seja válida. Nas classes mais adiantadas introduza a idéia (mas não o método) de testes estatísticos para as diferenças.

(7) A comparação da germinação em sementes de diversos tipos envolve uma variável não-quantitativa. Assim nenhum dos tipos serve de controle, a não ser em base puramente arbitrária; escolher uma espécie e comparar as outras com ela. Um "controle", no sentido técnico, não é parte necessária de uma experimentação; é necessária apenas alguma base para comparação.

OS FUNDAMENTOS DA VIDA
(pp. 20 - 30)

p. 21, § 4: O grau de relações entre consumidores não é uma propriedade invariável de cada tipo de organismo; depende da natureza do alimento ingerido. Entretanto, o número de organismos onívoros, como o homem, é relativamente pequeno.

p. 21, § 7: Muitas vezes se fala da importância do sol para a saúde. Lembre os animais de caverna e os que vivem nas grandes profundidades oceânicas, totalmente sem luz; se o tempo permitir, pode mencionar a síntese de vitamina D, mas insista em que não se conhece nenhuma maneira pela qual a energia absorvida por uma pessoa, enquanto toma banho de sol em uma praia, possa transformar-se em energia necessária para a contração muscular.

p. 22, § 2, linhas 7 - 8: A referência é sobre bactérias quimiossintetizantes.

p. 22, § 3: Esta idéia está desenvolvida na figura 1 . 9.

Investigação 1 . 5

Interrelações de Produtores e Consumidores
(pp. 26 - 27)

Ao contrário das outras investigações do Capítulo 1, esta relaciona-se diretamente à matéria exposta no texto. Foi planejada para mostrar algumas relações entre produtores e consumidores, particularmente as envolvidas no ciclo do carbono. Pode ser realizada como demonstração e preparada por uma única equipe.

Se os estudantes pouco ou nada souberem sobre as propriedades do oxigênio e do dióxido de carbono, o professor poderá demonstrá-las. Qualquer manual de Química para a escola secundária, traz toda a orientação necessária, mas o professor não deverá entrar em detalhes da parte química. Se julgar desnecessária tal demonstração, poderá substituí-la pelo efeito do ar exalado em solução de azul de bromotimol.

Material

Depois de montada a experiência, os frascos devem ser bem fechados e lacrados com parafina.

Elódea e pequenos caramujos são encontrados em casas que vendem materiais para aquários. Podem ser cultivados rotineiramente no laboratório das escolas. Girinos são os mais indicados para essa experiência, por serem mais resistentes que os

peixes e mais ativos que os caramujos.

Usa-se azul de bromotimol porque sua cor muda numa estreita faixa de pH: pH 6,0 (amarelo) a pH 7,6 (azul). Para preparar uma solução estoque a 0,1%, dissolva 0,5 g do indicador em pó em 500 ml de água destilada. A essa solução, adicione, gota a gota, hidróxido de amônio bem diluído, até a cor tornar-se azul. Se a água de sua cidade for alcalina, não será necessário acrescentar hidróxido.

Discussão

(1) Em presença da luz, parece que as plantas realizam trocas gasosas com o meio num sentido inverso ao realizado pelos animais:



Porém, a respiração, evidentemente, ocorre continuamente tanto nas plantas como nos animais.

Durante os períodos de luz, o dióxido de carbono liberado pelas plantas é, geralmente, usado quase que imediatamente na fotossíntese e não se acumula no meio. Entretanto, durante os períodos de escuro, não há fotossíntese e o dióxido de carbono não é reutilizado. Por isso, a solução de azul de bromotimol, no tubo que contém elódea, torna-se verde ou amarela à noite, devido ao acúmulo de gás carbônico eliminado na respiração. Quando a fotossíntese se inicia, o dióxido de carbono é usado mais rapidamente do que é produzido e, após pouco tempo, a planta começa a extrair o CO₂ da água; à medida que decrescem as quantidades desse gás, o indicador volta à cor azul.

Entretanto, no decorrer do exercício, poderão acontecer coisas estranhas, que testarão a habilidade do professor e dos alunos ao explicá-las. Por exemplo, o tubo 2 pode aparecer com coloração verde ou amarela em cima e azul no fundo. (Neste caso, geralmente se verifica que o caramujo está no topo e a elódea em baixo).

(2) Se existirem muitos microrganismos na água do lago, sua respiração pode produzir CO₂ em quantidade suficiente para alterar a cor do indicador.

(5) A única coisa que pode ser verificada é que o azul de bromotimol não é letal para a elódea ou para o animalzinho.

p. 28, nota 1: O termo "sapróvoro" será usado também em um sentido mais amplo, englobando qualquer organismo que se alimente de organismos mortos.

p. 28, fig. 1 . 13: A ausência de seres vivos teria efeito muito pequeno sobre o ciclo hidrológico, mas eliminaria virtualmente o ciclo do carbono.

p. 29, nota 1: É fácil, em Biologia, apresentar uma crítica desfavorável. Para a afirmação feita nessa nota, pode-se, por exemplo, lembrar a questão do vírus, embora seja pouco provável que algum aluno o faça. Se os vírus são vivos, são eles organismos?

p. 29, fig. 1 . 14: Os ciclos biogeoquímicos de todos os elementos, com exceção do hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e carbono, são semelhantes ao do cálcio.

p. 29, § 3: Utilizando uma tabela periódica, mostre a seus alunos o pequeno número de elementos naturais que está envolvido na química dos organismos.

A TEIA DA VIDA (pp. 31 - 34)

p. 31, § 3: Embora usado frequentemente com esse sentido, o termo "alimento" não é restringido pelos biólogos. A restrição arbitrária, feita no texto, teve por objetivo a simplificação. A atenção deve ser focalizada no fluxo de energia e, com a definição usada, evita-se ambigüidade.

p. 33, fig. 1 . 16: O esquema introduz um conceito importante - a continuidade dos processos biológicos. As figuras 1 . 15 e 1 . 16 podem ser interpretadas com o mesmo grau de confiança? Esta é uma oportunidade para incrementar o hábito de avaliar a procedência de dados.

O HOMEM E A BIOSFERA (pp. 34 - 36)

Com base nos objetivos apresentados na primeira parte deste Guia, esta é a seção mais importante do Capítulo 1. Porém, nessa altura do curso, não dará margem a uma discussão muito longa.

p. 34, § 5, linha 4: Note o "se". Na sua reação aos anti-evolucionistas, os biólogos algumas vezes tornam-se dogmáticos. Preferimos deixar que as evidências falem por si mesmas durante todo o curso.

pp. 35 - 36: As questões estão formuladas com base no Capítulo 1, porém, serão muito mais significativas no fim do curso sobre a Versão Verde (Vol.III). A discussão conclusiva sobre elas terá que ser adiada para aquela ocasião.

QUESTIONÁRIO (p. 36)

8. Note que, para essa questão ser respondida, é necessário ler a legenda da figura 1 . 9. Isso salienta um ponto já discutido: a maioria das ilustrações tem um conteúdo próprio, que não deve ser ignorado.

PROBLEMAS (pp. 36 - 37)

1. Carvão e petróleo são "hidrocarbonetos fósseis", remanescentes de plantas e animais, que foram decompostos apenas parcialmente pelos sapróvoros antes de serem soterrados, e depois foram alterados pelo calor e pressão do interior da Terra.

2. O equilíbrio da natureza seria mantido, mas o ponto de equilíbrio poderia ser deslocado consideravelmente. O ajuste homeostático de outras populações compensaria as modificações de uma população. Qual a duração de uma coisa "permanente"? Se uma população de algas crescer exageradamente, as populações de consumidores poderão aumentar também. Os efeitos de um aumento na população de peixes dependerão, basicamente, da ordem ocupada pelos peixes na escala de consumidores.

3. A própria Terra não é considerada como tendo se originado exclusivamente de matéria solar. Nela há energia de erupções vulcânicas, de fontes termais, da radioatividade, energia nuclear e de compostos químicos que se formaram no seu interior. Note que não está entre as exceções a energia química de substâncias tais como compostos de nitrogênio, que se formaram por processos que ocorreram na atmosfera.

4. É impossível definir vida de maneira satisfatória - e esse ponto é salientado com essa pergunta. Porém, o estudante, ao empenhar-se em respondê-la, poderá obter alguns bons conhecimentos sobre características da vida.

6. Uma diminuição do oxigênio na atmosfera e as subsequentes modificações na temperatura resultariam em modificações na absorção e transmissão de energia na atmosfera.

8. O principal é planejar um sistema de pouco peso, mas altamente eficiente, que permita a recirculação dos materiais. Considere, como ponto de partida, uma larga variedade de pequenos produtores e consumidores, imaginando-os no ambiente em que terão de viver e deixando o sistema selecionar o grupo adequado de organismos que manterá o estado de equilíbrio.

9. Esta é uma nova abordagem para o problema dos limites da investigação científica. Que dados podem ser coletados para provar que alguma coisa não existe? Isso levará à discussão da natureza da prova. (O Capítulo 18, Vol. III, voltará a discutir o problema).

MATERIAL SUPLEMENTAR

Convites ao Raciocínio

Os Convites ao Raciocínio são recursos valiosos. Ao usá-los, o professor deve ter em mente o conhecimento básico dos alunos e seu nível em metodologia científica. Para o estudante de capacidade média e pouca base em Biologia, recomendamos os seguintes exercícios:

Convite 3. Tanto o tema (Germinação de Sementes) como a finalidade (Interpretação Errônea de Dados) são tão relacionados com o Capítulo 1, que êste exercício pode ser considerado básico para êle.

Convite 11. O tema (Luz e Crescimento das Plantas) não requer nenhum conhecimento especial por parte dos alunos. A finalidade (Construção de Hipóteses) fornece excelente base para a Investigação 1 . 4.

CAPÍTULO 2

INDIVÍDUOS E POPULAÇÕES

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. O indivíduo, apesar das dificuldades em defini-lo, é a unidade fundamental da Biologia.
2. Os indivíduos podem ser agrupados de diferentes maneiras. O termo "população" que, embora indefinido, é versátil, é útil para tais grupamentos.
3. O estudo quantitativo das populações baseia-se na idéia de densidade, isto é, no número de indivíduos por unidade de espaço.
4. O tamanho das populações muda constantemente. Tais mudanças são determinadas pela interação das taxas de natalidade, mortalidade, imigração e emigração.
5. Essas taxas são afetadas pelos fatores dos meios biótico e abiótico, que interagem continuamente.
6. Assim, o estudo de populações naturais é extremamente complicado e aplicando-se a elas os resultados obtidos em populações experimentais, as conclusões tornam-se repletas de incertezas.
7. Entretanto, de modo geral, as populações naturais parecem manter-se em equilíbrio, graças à ação contínua dos mecanismos homeostáticos.
8. A Matemática é um instrumento essencial para a Biologia.
9. A população, sempre constituída por indivíduos da mesma espécie, é uma entidade de grande importância teórica e prática em Biologia.

PLANEJAMENTO

A preparação necessária para a Investigação 2 . 2 deve estar concluída quando começar o estudo do Capítulo 2.

Os alunos precisarão de papel milimetrado e de papel mono-log para as investigações dêsse capítulo.

ORIENTAÇÃO GERAL

Recomendamos que o Capítulo 1 fôsse considerado uma introdução, não devendo o professor aprofundar-se em nenhum dos tópicos apresentados. O Capítulo 2, porém, deve ser encarado de outra maneira. Os conceitos de "indivíduo" e "população" constituem a base de todo o curso: no capítulo seguinte, as comunidades serão encaradas como interação de populações; nos capítulos 4, 5 e 6, a unidade taxonômica é a espécie, constituída de populações. Os "padrões" discutidos no segundo volume desta série são constituídos de indivíduos da mesma espécie, agrupados em populações. Apesar dêsses conceitos não aparecerem na primeira parte do terceiro volume, o indivíduo reaparece como unidade no Capítulo 16 e, a partir daí, indivíduos e populações permanecem como centro de atenção. Por isso, é essencial um estudo bem feito do Capítulo 2.

Depois de dar aos estudantes uma visão geral do capítulo, que lhes permita entender seu plano de organização, o estudo poderá ser dividido em três partes: pp. 38-44 (questões 1-5), pp. 52-59 (questões 6-9) e pp. 64-71 (questões 10-15). Depois de estudado o primeiro trecho, os estudantes farão a Investigação 2 . 1 e a Investigação 2 . 2. O segundo trecho poderá ser estudado durante os dez dias exigidos para o crescimento das populações de lêvedo (Investigação 2 . 2).

O estudante encontrará dificuldades neste capítulo e o professor precisa estar preparado para orientá-lo. Os problemas maiores serão: idéias abstratas (tanto no texto como nas investigações), vocabulário nôvo, um trabalho longo e metucioso na Investigação 2 . 2.

Para professôres e alunos que olham os livros de texto apenas como coleção de fatos que devem ser memorizados, a Versão Verde é desconcertante; levanta problemas e não os resolve. Por outro lado, professôres e alunos que usam livros de texto como ponto de partida para discussões, aprovam esta característica. Embora ela não se aplique apenas ao Capítulo 2, nêle podem ser apontados exemplos específicos: na página 39, último parágrafo, há oportunidade de abordar o problema de definições em ciência. Na página 40, o último parágrafo apresenta um ponto que reaparecerá como tema importante no Capítulo 19 (Vol. III). Nas páginas 65 e 69, parágrafo 1, aparecem outros problemas não resolvidos. O professor que deixar passar tais oportunidades, deixará também de alcançar os objetivos do BSCS (ver pp. G 3 - G 4).

O estudo da densidade de população e da interação das taxas deve ser orientado pelos métodos usados pelos professôres de matemática, isto é, os exemplos devem ser resolvidos em classe e depois os estudantes resolverão outros problemas, para praticarem. Além do problema 1 (p. 72) e os das páginas G 52 - G 54, o professor poderá imaginar outros. São preferíveis os que versarem sôbre dados locais. Durante os meses que se seguirem à "conclusão" do Capítulo 2, haverá oportunidade de se voltar a êles.

Tanto no comêço como no fim do Capítulo 2, discute-se a dificuldade das definições, primeiro com relação a indivíduos e depois com relação à espécie. Isso poderá dar ao estudante a idéia de que a imprecisão caracteriza a linguagem científica. Felizmente, a interposição dos conceitos de densidade e de taxa, com suas fórmulas matemáticas, auxiliarão a desfazer tal impressão.

ALGUMAS NOTAS

INDIVÍDUOS
(pp. 38-40)

O termo "indivíduo" é etimolôgicamente adequado. Como unidade viva da biosfera, pode-se dizer que o indivíduo é indivisível. Nos casos em que existe divisibilidade, o resultado são novos indivíduos. Porções de indivíduos podem ser mantidas (como em culturas de tecido), mas essa manutenção é artificial.

p. 39, fig. 2 . 1: A questão incluída na legenda é apenas retórica.

p. 39, § 2: O uso de linguagem pseudo-precisa onde as idéias são imprecisas é tão prejudicial quanto o uso de linguagem imprecisa para idéias precisas.

POPULAÇÕES
(pp. 40-52)

p. 42, fig. 2 . 4: A densidade de dentes-de-leão é 0,0147 plantas/m², considerando-se o campo inteiro e 0,0424 plantas/m², considerando-se apenas o quarto a noroeste. As densidades da falsa-erva-de-rato e das campânulas também podem ser calculadas e comparadas. Os dados apresentados na figura são hipotéticos.

pp. 42 - 43: O cálculo da modificação do tamanho de uma população, sem considerar o fator espaço, é igual ao cálculo das modificações na densidade. Entretanto, para alguns estudantes, o primeiro pode parecer mais simples; assim sendo, o professor deve dar um exemplo, antes de considerar o caso das modificações na densidade.

pp. 43, fig. 2 . 5: Relacione o significado de uma modificação na curva com a

interpretação do gráfico da Investigação 2 . 1. O exemplo dado no texto refere-se a declínio, porque a investigação tratará de crescimento de população.

p. 43, nota 2: Numa linha vertical, o tempo seria igual a zero. A razão pode aproximar-se da vertical, mas nunca a alcança.

Investigação 2 . 1

Crescimento de População: Um Modelo (pp. 45 - 46)

Este exercício, sobre uma população hipotética, servirá de base para comparar as populações reais da Investigação 2 . 2 (população fechada com quantidade de alimento determinada e sem possibilidade de eliminar os excretas do meio) e da Investigação 2 . 3 (populações abertas e naturais). Ele dá prosseguimento, também, à tarefa iniciada na Investigação 1 . 1, que é apresentar o estudante à metodologia científica. Por isso, antes de iniciá-lo, é muito importante que se dê atenção à página 44, na qual se discutem o uso de modelos conceituais e o papel das suposições.

Material

O papel mono-log pode ser obtido em três ou mais ciclos. É logarítmico em um eixo e milimetrado no outro. Em 1969, a população de pardais seria de 156.250 indivíduos; para representar as diversas populações indicadas no exercício, incluindo a de 1963, serão necessárias folhas de seis ciclos, porém os alunos poderão usar duas folhas de três ciclos anexadas.

Como esse tipo de papel é caro, o professor poderá reproduzi-lo em estêncil, omitindo as subdivisões menores. Também pode ser usado papel milimetrado comum, desde que se reduza o número de pardais para 4, em lugar de 10, mas o uso de papel semi-logarítmico traz a vantagem de iniciar o estudante em uma nova técnica e não é difícil.

Procedimento

Os cálculos e os gráficos em papel milimetrado podem ser feitos em casa. Entretanto, como trabalho prévio, em classe, podem-se discutir as suposições e talvez recapitular a construção de gráficos.

Depois que os estudantes descobrirem as dificuldades em escolher uma escala adequada para representar os dados em papel milimetrado, o professor explicará o uso do papel mono-log. Não é necessário aprofundar-se em conhecimentos matemáticos. Desenvolva sucintamente a série 10^1 , 10^2 e 10^3 ; anote a correspondência entre os expoentes e o número de zeros na série 10, 100, 1000, etc. Oriente os estudantes para que marquem nos ciclos do papel mono-log, as "unidades", "dezenas", "centenas", etc. Explique que cada ciclo representa números dez vezes maiores do que os do ciclo precedente. Relacione essa idéia ao fato de, dentro de cada ciclo, o sistema de subdivisões de segunda ordem separar espaços de largura decrescente. Em seguida, dê exemplo de construção de um gráfico usando números diferentes daqueles do exercício.

Discussão

(1) Neste exercício, a principal vantagem do papel mono-log é permitir colocar os números muito grandes das últimas gerações, ao mesmo tempo que mostra claramente os pequenos crescimentos nas primeiras gerações. A reta obtida no papel mono-log indica que a velocidade de crescimento aumenta de maneira constante. Se já se sabe que a velocidade é desse tipo, a obtenção de apenas dois pontos dará a "inclinação" da curva e é fácil, então, extrapolar. Na maioria das classes, apenas a vantagem principal precisa ser enfatizada.

(2) e (3) Muitos estudantes fazem gráficos bem feitos, mas poucos conseguem interpretá-los. Por isso, deve-se dar atenção especial ao conceito de inclinação das curvas. A relação entre inclinação das curvas e velocidade é básica para a interpretação de gráficos. Isso é aqui discutido de maneira simples, pois todas as inclinações nos gráficos deste exercício são positivas, mas se não houver possibilidade de confundir os alunos, poderá ser discutido também o significado de inclinação zero e de inclinação negativa, o que diminuirá as dificuldades que serão encontradas na Investigação 2 . 2. Os gráficos do texto poderão ser úteis, especialmente o da figura 2 . 5.

(5) O ponto principal é o crescimento acelerado da população.

Investigações Posteriores

Respostas:

Ano	Nº de Indivíduos		
	Exerc. 1	Exerc. 2	Exerc. 3
1963	10	10	10
1964	54	30	100
1965	290	90	550
1966	1 558	270	2 800
1967	8 370	810	14 050
1968	44 966	2 430	70 300
1969	241 570	12 150	351 500

A última destas investigações convida o estudante a imaginar outros problemas. A dificuldade mais comum é a imprecisão na formulação das suposições.

Investigação 2 . 2

Estudo de uma População de Lêvedos (pp. 47 - 52)

Este é um exercício fundamental; com êle, os estudantes entrarão em contacto com a dinâmica das populações. Sem êle, as Investigações 2 . 1 e 2 . 3 ficarão prejudicadas. O aluno é levado a usar os métodos experimentais (Investigação 1 . 4) e a aplicar o que aprendeu sobre o uso do microscópio (Investigação 1 . 2 e 1 . 3). Além disso, o exercício amplia a concepção de trabalho em equipe e a apreciação do valor da discussão. O professor precisa superar qualquer tentação de fugir das muitas dificuldades que certamente estarão presentes. Lembre-se: este exercício já foi feito muitas vezes, e numa grande variedade de condições, em diversas escolas.

As considerações de tempo e espaço disponíveis limitam a escolha dos organismos. Os lêvedos parecem ser os mais indicados: reproduzem-se rapidamente, necessitam de um meio simples, são facilmente visíveis com as objetivas de menor aumento dos microscópios, respondem rapidamente a uma diminuição de alimento e ao número de substâncias tóxicas no meio e são bem conhecidos dos alunos pelo nome e aparência (Investigação 1 . 3). Entretanto, nas escolas onde a falta de microscópios tornar impossível a realização deste exercício, o professor poderá adaptá-lo, usando outros organismos tais como drosófilas, Volvox e Artemia (ver p. G 49).

Devido ao tempo exigido, esta investigação deve ser montada logo no início do estudo do Capítulo 2. O ideal é que a Investigação 2 . 1 esteja terminada antes que se inicie a 2 . 2, mas isso não é absolutamente necessário.

Este exercício precisa de cerca de duas semanas para ser completado, mas parte deste período poderá ser utilizada em outros trabalhos. O tempo poderá ser dividido da seguinte forma:

1. A preparação do meio, sua distribuição pelos tubos de ensaio e ainda a esterilização podem ser realizadas fora do horário de aula. O professor ou uma das equipes se encarregará desse trabalho.
2. No dia marcado para o início do exercício os alunos deverão identificar seus tubos, dissolver o fermento e proceder à primeira contagem. Provavelmente essas atividades exigirão duas aulas seguidas.
3. O exercício pede contagens diárias da população. Isso poderá ser feito fora das horas de aula; quando isso não for possível, os tubos deverão ser guardados em geladeira até 24 horas antes da contagem seguinte.
4. A discussão dos resultados exigirá, pelo menos, uma aula completa.

Procedimento A

Como meio de cultura os estudantes poderão usar melado em água (1:4). Porém recomendamos filtrar essa mistura, a fim de que o meio se torne homogêneo.

O ideal é que cada estudante receba 20 ml de meio de cultura, tendo assim oportunidade de fazer o estudo de uma população de lêvedos. No entanto, se tal procedimento não for viável, um aluno de cada equipe poderá ficar encarregado de fazer a contagem. Nesse caso os pares de alunos serão formados por um representante de cada equipe. Convém que sejam sempre os mesmos estudantes, a fim de evitar erros causados por variações pessoais na contagem das populações.

Procedimento B

Os alunos podem usar etiquetas feitas de esparadrapo (mais fáceis de remover) em lugar de lápis vitrográfico. Nelas escreverão seu nome e o número do tubo.

A dissolução completa do fermento é demorada. Por isso, é conveniente que a quantidade a ser usada em cada tubo seja primeiramente dissolvida em uma pequena porção de meio (algumas gotas), até tomar uma consistência pastosa. Em seguida esta será acrescentada à mistura de melado e água. Convém lembrar que, qualquer objeto que entre em contato com o meio deve também ser esterilizado, para evitar contaminação.

As culturas podem ser deixadas à temperatura ambiente (geralmente considerada como 22°C) e guardadas em um armário. Na temperatura mencionada, as populações podem declinar (a chamada "etapa de morte" na curva de crescimento) durante o nono e décimo dias. É importante resguardar as culturas contra contaminação e mudanças bruscas na temperatura. O desenvolvimento da população pode ser acelerado por um aumento de temperatura ou retardado por um abaixamento da mesma no local de incubação. Se houver estufa e geladeira disponíveis, algumas classes poderão incumbir-se de manter suas culturas em temperaturas diferentes. Entretanto, isto não é de todo recomendável por duas razões: (1) introduz uma variável que, embora interessante, é irrelevante para os objetivos do exercício e (2) reduz o número de divisões que deverá dar a curva esperada.

Procedimento C

Antes de proceder à primeira contagem é importante que os alunos calibrem seus conta-gotas. Para isso colocarão uma quantidade conhecida de água numa proveta e, após lerem o nível inicial, acrescentarão um número certo de gotas de água (10, por exemplo, se a proveta for graduada em décimos de mililitro). A diferença entre os níveis inicial e final permitirá calcular o volume de uma gota. É importante que usem sempre o mesmo conta-gotas em suas medidas. (Isto, evidentemente, é válido também para o caso de serem usadas pipetas).

Antes de iniciarem a contagem da população inicial de lêvedos, será conveniente que os alunos sejam treinados nesta técnica; isto fará com que ganhem tempo e não desperdicem material. Esse treinamento poderá ser feito em aula anterior ao início do exercício.

Uma das causas de erro muito comum nas contagens é a distribuição irregular dos organismos no meio, quando se retira a amostra. Para evitá-la, o estudante deve agitar vigorosamente o frasco, invertendo-o várias vezes e então transferir rapidamente o material para a lâmina. Considerando que a amostra a ser contada não voltará a ser colocada no meio de cultura, os alunos poderão corar os organismos a fim de facilitar a contagem. Os corantes poderão ser: vermelho congo, vermelho neutro ou azul de metileno.

O conta-gotas deverá ser lavado depois da retirada de cada amostra.

No livro do aluno estão as instruções necessárias sobre como fazer as contagens. A esta altura, a melhor recomendação para o professor é para que leia o exercício cuidadosamente e antecipe (com base em seu conhecimento sobre os alunos) todas as dificuldades que poderão surgir, apresentando-as aos estudantes e insistindo para que sigam as instruções.

Nos dias seguintes os alunos farão as contagens previstas, gastando para isso entre vinte minutos e meia hora.

No décimo dia serão feitas as contagens finais e os estudantes concluirão o exercício, levando para isso, provavelmente a aula toda.

Discussão

A discussão final levará uma aula. Verifique se todos os alunos incluíram o fator de diluição ($\times 1$, quando não fôr feita diluição alguma) em seus cálculos. Uma tabela geral, com os dados de todos os grupos, deve ser posta no quadro-negro e, se possível, mimeografada para que cada estudante tenha uma cópia.

Quando são reunidas as contagens de todos os pares, obtém-se uma longa sequência de números. Além disso, as flutuações na população provavelmente serão tão grandes que será difícil determinar qualquer padrão de crescimento. Entretanto, quando se tirarem as médias dos resultados das várias equipes, se obterá uma boa curva de crescimento. A figura G-1 mostra as médias obtidas por uma classe e a figura G-2 é um gráfico baseado nessas medidas.

Dias	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Média	31	101	127	345	242	192	212	290	129	218	147

Figura G-1

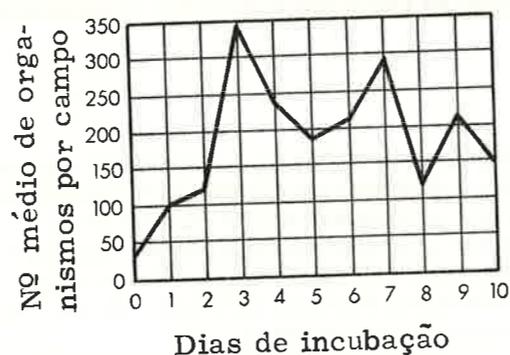


Figura G-2

Seria interessante que os alunos conseguissem uma curva explicável em termos da teoria de população, mas o fato de não a obterem não deve ser interpretado como fracasso do exercício. A pergunta (1) da página 51 do livro do aluno é o centro em torno do qual gira toda a investigação. Quaisquer que sejam os resultados obtidos, eles darão margem a discussões frutíferas sobre causas de erro em um procedimento experimental e sobre a necessidade do trabalho em equipe na atividade científica.

(2) e (3): Naturalmente as respostas dependerão da natureza dos gráficos obtidos com os resultados experimentais.

A comparação da figura G-2 com o gráfico obtido na Investigação 2. 1 mostra que, inicialmente, a velocidade de crescimento da população de lêvedos aumentou de maneira semelhante ao da população (hipotética) de pardais. Mas a população de lêvedos atinge rapidamente um pico e começa a apresentar flutuações; além disso, há um declínio na população que se superpõe às flutuações. Para explicar as semelhanças e diferenças em termos simples, o professor precisa ressaltar que tanto os lêvedos como os pardais começaram como populações pequenas, em ambiente presumivelmente favorável. Entretanto, as suposições da Investigação 2. 1 não fazem referências à quantidade limitada de recursos na ilha. Por outro lado, os lêvedos consomem o alimento e, ao mesmo tempo em que este diminui continuamente, os excretas aumentam

no meio. Em outras palavras, a resistência oferecida pelo ambiente só se faz sentir na experiência com os lêvedos.

Independentemente da natureza dos resultados, a hipótese que levou à investigação precisa ser considerada quando o exercício terminar.

Nota

Como se disse no início dos comentários sobre esta investigação, os professores que acharem o exercício inexecutável em suas escolas, devido à falta de microscópios, poderão adaptá-lo, recorrendo à utilização de outros organismos. Talvez a investigação se torne mais demorada e os resultados não sejam tão bons. Os organismos que citamos como exemplos de substitutos para lêvedos foram usados em experiências análogas, realizadas por estagiários dos Centros de Treinamento de Professores de Ciências: o grupo do Cecine usou *Volvox* e drosófilas; o grupo do Cecirs usou drosófilas; no Cecimig foi usada *Artemia*.

Artemia é um pequeno crustáceo que se cria facilmente em laboratório. Seus ovos podem ser obtidos em casas que vendem materiais para aquário e o meio de cultura é o seguinte:

- 113 g de sal grosso (NaCl)
- 59 g de sal amargo ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)
- 25 g de bicarbonato de sódio
- 4 litros de água

Esses crustáceos devem ser mantidos em recipientes de boca larga, para aumentar o arejamento e são alimentados com fermento de padaria, dissolvido em água e adicionado ao meio até que este fique leitoso.

Se, de todo, fôr impossível realizar o exercício nas escolas, o professor deverá dar aos alunos os resultados que constam da figura G-1, para que façam o gráfico correspondente e interpretem os resultados.

POPULAÇÕES E AMBIENTE (pp. 52 - 57)

p. 53, fig. 2. 9: Esta é uma fotografia de um dos viveiros usados pelo Dr. Charles Southwick na experiência realizada na Universidade de Wisconsin. As experiências inglesas foram realizadas em Oxford, pelos Drs. Peter Crowcroft e F.P. Rowe. Os relatórios originais desses trabalhos estão publicados em *Ecology*, 36: 212 - 225, 1955 e em *Proceedings of the Zoological Society of London*, 199: 359 - 370, 1937.

p. 53, §4: Esse parágrafo destaca a importância da descrição cuidadosa dos métodos usados quando se publica um relatório científico. Sem ela, nenhuma verificação é possível.

p. 54, §3: De modo geral, os vegetais crus ainda estão vivos quando os comemos. Geralmente os estudantes se surpreendem com essa idéia.

TIPOS DE MODIFICAÇÕES NA POPULAÇÃO
(pp. 58 - 68)

Investigação 2 . 3

Modificação em Populações de Sistemas Abertos
(pp. 59 - 63)

Os gráficos pedidos neste exercício podem ser preparados em casa, depois de concluída a Investigação 2 . 1. Entretanto, as discussões das questões só deverão ser feitas depois de terminada a Investigação 2 . 2, pois as "Conclusões" (p. 63) são gerais, para os três exercícios.

(1) As três curvas mostram um crescimento inicial acentuado para as três populações. A parte correspondente aos meses de setembro a dezembro lembra a fase de declínio que deve ter sido obtida na população de lêvedos.

(2) e (3) A curva para os camundongos poderá ter um padrão semelhante ao dos lêvedos, em consequência da ação dos fatores limitantes do meio, que foram ignorados na Investigação 2 . 1.

(4) A população de camundongos é exemplo de população aberta (pode sofrer os efeitos da emigração e da imigração).

(5) Provavelmente, a natalidade foi mais alta no período de maio a setembro (primavera-verão). O aumento aparente do número de indivíduos nos meses de dezembro a janeiro pode ter sido ocasionado por outras causas. Nos meses de inverno, os camundongos se escondem em tocas, onde vivem às custas de reservas armazenadas. Um inverno excessivamente rigoroso poderia, entretanto, fazer com que os animais saíssem, em busca de alimento, o que aumentaria o número de animais capturados. Neste caso, o crescimento da população nos meses de inverno seria apenas aparente.

(6) A queda acentuada do número de indivíduos nos meses de setembro a dezembro pode ter sido causada pelo aumento da mortalidade ou da taxa de emigração ou, ainda, pelo fato de os camundongos abrigarem-se nos meses frios, diminuindo o número de animais capturados. O exercício não fornece dados para uma conclusão definitiva. Os alunos poderão apresentar outras hipóteses.

(7) O gráfico mais semelhante ao das abelhas é o dos pardais.

(8) A população começou a oscilar.

(9) A população, que vinha aumentando, sofreu um crescimento muito pequeno num intervalo de 7 dias (84º a 91º), para decrescer num período igual, perdendo 1 500 indivíduos. Isso poderia ser atribuído à morte da rainha, impedindo a formação de novos indivíduos; o efeito, porém, só se faria sentir alguns dias depois; a "criação" de uma nova rainha faria com que o crescimento voltasse ao normal. É possível que, então, a colônia tenha chegado ao seu pico, começando a haver oscilações ao redor de um nível médio. Uma segunda hipótese seria a saída de uma rainha acompanhada pelo seu "séquito". Outra hipótese ainda, seria ter começado a época das chuvas no 91º dia, lavando as flôres e retirando o pólen; a falta de alimento limitaria o crescimento

da população. Tratando-se de abelhas européias, sujeitas a estações do ano bem delimitadas, é ainda possível que, nessa época cessasse a floração, ficando a colônia com deficiência de alimento.

(10) Primeira hipótese: queda da natalidade; segunda hipótese: emigração; terceira e quarta hipóteses: aumento da mortalidade.

(11) a (13) As flutuações da população de faisões, correspondendo às estações do ano, devem-se à adição de novos indivíduos nascidos no fim do outono e no começo da primavera. Este é um bom exemplo de população "nova", que ainda não alcançou a capacidade do habitat. Contagens posteriores a 1942 teriam, indubitavelmente, mostrado um decréscimo na velocidade de crescimento da população, mas não é possível, com os dados disponíveis, prever quando isso teria acontecido. Se tivéssemos apenas os dados da primavera ou do outono, não poderíamos responder a questão 11, porque não veríamos as flutuações.

(14) a (17) O aumento das perdizes, atingindo um pico em 1915, foi devido aos esforços para preservação dessas aves. O aumento no número de indivíduos torna a curva semelhante à dos faisões. Um número excessivo de machos não reduz apenas a natalidade mas, também, aumenta a agressividade. Essa população extinguiu-se em 1932.

CONCLUSÕES

(18) a (20) Quando uma população é introduzida em um ambiente que tenha condições favoráveis, seu crescimento obedece a um padrão característico; é um crescimento exponencial. Quando o número de indivíduos atinge o máximo que o ambiente pode suportar, começam a haver oscilações ao redor de um nível médio. Na população de pardais não se considerou a resistência oferecida pelo ambiente, que é inerente às populações reais; por isso, o crescimento continuou em velocidade constante; também, devido aos limites impostos pelas suposições, a curva não mostra declínio. De todos os exemplos apresentados nesse exercício, a que melhor representa população em equilíbrio é a de drosófilas.

p. 64, §1: Note que o significado desse parágrafo depende do trabalho feito nas Investigações 2 . 1 e 2 . 2.

p. 64, fig. 2 . 17: Segundo os autores dessa investigação, os métodos de contagem dão uma margem de erro de 10%. É claro que os ratos podem ter imigrado dos quarteirões vizinhos, mas Davis e seus discípulos verificaram que esses animais raramente atravessam ruas, a menos que a população esteja muito densa.

p. 65, §1: Deve-se dar especial atenção à palavra "ciclo", porque, aparentemente, tem um sentido muito diferente do empregado no Capítulo 1, particularmente quando as figuras 1 . 11, 1 . 13 e 1 . 14 são comparadas à figura 2 . 18.

p. 66, fig. 2 . 20: O gráfico baseia-se nos estudos de J. Davidson, Transactions of the Royal Society of South Australia, 62: 342-346, 1930. Uma vez que, na Austrália, os carneiros dependem inteiramente do homem, as modificações na população refletem as atividades humanas.

PROBLEMAS (pp. 72 - 73)

1. Some as taxas de natalidade e imigração (43/ano) e subtraia o total das taxas de mortalidade e emigração (38/ano). Isso significa que houve um acréscimo de 5 indivíduos por ano, devido, principalmente, ao predomínio da natalidade. Em 10 anos, a população será de 65 indivíduos.

3. Como os ecólogos estão interessados em modificações na densidade, coletam amostras, a partir das quais fazem estimativas sobre o tamanho das populações; essas estimativas são muito úteis, se forem feitas por um método adequado e se a amplitude das flutuações populacionais for maior do que a margem de erro que elas apresentam.

4. (b) Até 1930, a imigração desempenhou papel muito importante no crescimento da população brasileira. Depois de 30, o número de imigrantes diminuiu sensivelmente.

5. Os Estados do Amazonas, Pará e Mato Grosso sofreram redução de suas áreas, com a criação dos Territórios de Roraima, Amapá e Rondônia.

6. Se A cruza com B e B com C, há uma única espécie. Se A extinguir-se, ainda haverá uma única espécie, mas se B desaparecer, passará a haver duas espécies, uma vez que A e C não se inter cruzam.

7. O problema depende do momento em que o indivíduo se torna parte efetiva da população. A semente é um novo indivíduo por ocasião da formação do zigoto, por ocasião da dispersão ou só quando começa a germinar? O mesmo problema é válido para os animais, particularmente os ovíparos. Dependendo do objetivo que se quer atingir, o acréscimo de novos indivíduos em uma população de aves pode ser considerado a partir da postura dos ovos ou a partir da eclosão.

MATERIAIS SUPLEMENTARES

Problemas Adicionais

Como já se disse, as idéias relacionadas a mudanças na população devem ser desenvolvidas principalmente através de problemas. Estes, tanto quanto possível, deverão ter características locais. Os que damos a seguir estão longe de ser adequados em número, mas podem servir como estímulo à engenhosidade do professor.

1. A 15 de outubro de 1960, início da época anual de caça, os biólogos contaram 75 esquilos cinzentos em 30 hectares de floresta. A 15 de dezembro do mesmo ano, contaram 42 nas mesmas árvores. Qual era a densidade da população a 15 de outubro e a 15 de dezembro? Que determinantes podem ter interagido para afetar a densidade? Que determinantes devem ter predominado? (NOTA:- os alunos precisam saber que a 15 de outubro, a época de acasalamento dos esquilos está virtualmente acabada).

R:- A 15 de outubro, 2,5 esquilos por hectare; a 15 de dezembro, 1,4 esquilos por hectare. Em meados de outubro termina a época de acasalamento dos esquilos e a mortalidade devida à caça será, provavelmente, alta.

2. Numa certa cidade, uma área de 8 quarteirões possuía 1056 pessoas e uma população de ratos avaliada em 1400 indivíduos. As casas de madeira da área foram, então, derrubadas e em seu lugar construíram-se 8 grandes prédios de apartamentos. A área passou a ser ocupada por 2480 pessoas e a população de ratos caiu para 150 indivíduos. Calcule a variação na densidade de população dos dois organismos. Que determinantes tiveram efeito predominante na variação da densidade de cada população?

R:- Para a população humana: + 178 pessoas por quarteirão; para a população de ratos: - 155 ratos por quarteirão.

3. Numa área de 450 hectares, há um total de 1 275 coelhos. Os estudos feitos fornecem as seguintes taxas para a população:

Mortalidade -	2 225/ano	Natalidade -	3 400/ano
Emigração -	775/ano	Imigração -	150/ano

A população está aumentando ou diminuindo? Com que velocidade? Qual a população no final de quatro anos? O que deverá acontecer com a população de produtores desta área durante esse período?

R:- O crescimento será numa velocidade de 550 por ano. Os produtores, provavelmente, diminuirão.

4. Num milharal, a população de ervas daninhas é estimada em $35/m^2$. Metade da plantação é tratada com uma droga A e a outra metade com uma droga B. A densidade das plantas daninhas sobreviventes na metade "A" é:

no fim da 1 ^a semana	.....	$22/m^2$
no fim da 2 ^a semana	.....	$13/m^2$
no fim da 3 ^a semana	.....	$8/m^2$
no fim da 4 ^a semana	.....	$6/m^2$
no fim da 5 ^a semana	.....	$7/m^2$

A densidade de plantas daninhas sobreviventes na metade "B" é:

no fim da 1 ^a semana	.....	$32/m^2$
no fim da 2 ^a semana	.....	$26/m^2$
no fim da 3 ^a semana	.....	$18/m^2$
no fim da 4 ^a semana	.....	$7/m^2$
no fim da 5 ^a semana	.....	$5/m^2$

Qual a taxa de declínio da população de ervas daninhas de cada metade da plantação durante o período considerado? Compare as taxas de declínio nas duas metades durante a primeira semana após o tratamento. Que determinante da população predomina nesta situação? Entre a quarta e quinta semanas, que determinante da população deverá

estar operando na metade "A"?

R:- Declínio em "A": 5,6 plantas por semana; em "B", 6,0 plantas por semana. A substância A é inicialmente mais eficiente como herbicida, mas não age durante tanto tempo como a substância B. A natalidade ultrapassa a mortalidade entre a quarta e quinta semanas na metade "A". Várias outras questões podem basear-se nestes dados.

5. Em certo ano, foram feitas observações sobre uma população de veados numa ilha de 105 hectares, distanciada da costa. Os dados são os seguintes:

Número de fêmeas a 1º de janeiro	90
Número de machos a 1º de janeiro	30
Nascimentos durante o ano	75
Mortes durante o ano	50
Número de veados a 31 de dezembro	155

Qual era a densidade da população no começo do ano? E no final do ano? Quais os efeitos da imigração e da emigração nesta população?

Convites ao Raciocínio

Para o Capítulo 2, são recomendados os seguintes:

Convite 5 (p. 18; tema: "Medidas em Geral"; finalidade: "Desvios Sistemático e Casual"). Este exercício dá uma boa base para um dos principais pontos da discussão da Investigação 2 . 2.

Convite 9 (p. 31; tema: "Crescimento da População"; finalidade: "O problema de Amostragem"). Tem prioridade sobre o Convite 5. O assunto de ambos (o problema da amostragem) está estreitamente relacionado ao conteúdo do Capítulo 2.

Convite 31 (p. 118; tema: "Crescimento de População em Bactérias"; finalidade: "Função Exponencial: expoente > 1"). Este exercício é o último de uma série referente a relações qualitativas em Biologia. Entretanto, com uma pequena adaptação, pode ser útil independentemente dos demais. O seu tema é paralelo aos trabalhos das Investigações 2 . 1 e 2 . 2. Deve ser dado a alunos que já tenham conhecimentos básicos de álgebra.

Convite 38 (p. 144; tema: "Um Modelo de Termostato"; finalidade: "Conceito de Homeostase"). Neste exercício é usado o mesmo exemplo do texto (pp. 66 - 67). Antes de mandar os estudantes lerem o trecho, o professor poderá apresentar o exercício.

CAPÍTULO 3

COMUNIDADES E ECOSISTEMAS

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Comunidade biótica é a soma das interações de todas as espécies que vivem num determinado lugar, em determinada época.
2. Numa comunidade, há vários tipos de interações, relacionadas, fundamentalmente, com a troca de energia entre as espécies.
3. A melhor maneira de determinar qual o significado de uma interação na comunidade é medir seu efeito sobre as densidades populacionais das espécies envolvidas.
4. Estabelecer limites para as comunidades é um processo subjetivo; na natureza há sempre continuidade, tanto no espaço como no tempo.
5. Cada comunidade biótica é parte de um ecossistema, o qual é um complexo de todas as interações bióticas e abióticas, que ocorrem em uma unidade definida de espaço e de tempo.
6. Qualquer que seja o lugar considerado, há sempre uma transição de ecossistemas através do tempo. Isto é sucessão ecológica.

PLANEJAMENTO

A Investigação 3 . 1 poderá dar oportunidade de coletar espécimes necessários para os exercícios dos Capítulos 4 e 5. Vários invertebrados pequenos podem ser mantidos vivos, facilmente, por diversas semanas; o mesmo acontece com musgos, líquens, algas e fungos, que serão usados na Investigação 5 . 1.

Se ainda não o fez, familiarize-se com o esquema de classificação usado no Apêndice II do livro do aluno.

ORIENTAÇÃO GERAL

Os assuntos tratados nos Capítulos 2 e 3 foram separados apenas por facilidade didática; na realidade, a seqüência de indivíduo a ecossistema abarca ambos os capítulos. O estudante deve ver essa continuidade claramente.

É essencial que o estudante tenha experiência direta com comunidades. É claro que estas podem ser mantidas nas salas de aula e nos laboratórios: aquários e terrários existem em muitas escolas e, em uma classe, os alunos, seus lanches, seus vírus, môscas (e, algumas vezes, camundongos, grilos, besouros e baratas) formam uma comunidade que o professor poderá usar, especialmente para exemplificar parasitismo e comensalismo.

Entretanto, do ponto de vista dos autores da Versão Verde, tudo isto é ainda inadequado. Particularmente em escolas urbanas, é importante ir além da sala de aula para mostrar aos estudantes que a vida não é inteiramente um fenômeno in vitro, que as interações da comunidade normalmente não estão confinadas a tubos de ensaio, tanques ou aquários.

O parágrafo anterior salienta a situação urbana porque os professores das escolas da cidade têm maiores dificuldades em encontrar comunidades bióticas naturais. Porém, a dificuldade pode ser a mesma em outros locais; mesmo os alunos que vivem em sítios e fazendas muitas vezes não percebem que o trabalho de seus pais está baseado em tentativas para controlar comunidades bióticas, favorecendo algumas espécies e desencorajando outras. Numa palavra, a Investigação 3.1 é essencial.

Além de fazer com que os alunos tenham experiência direta com uma comunidade natural, o professor poderá fornecer-lhes descrições e, se possível, ilustrações de diversas comunidades de sua região; filmes também poderão ser úteis. Porém, a atenção deve estar sempre voltada para as relações ecológicas que unem as populações; enumerar as espécies que a constituem não descreve uma comunidade.

O texto do Capítulo 3 preenche apenas 29 páginas. Ele não facilita subdivisões, mas as páginas 74-78 devem ser lidas antes do trabalho de campo.

Com classes capazes de assimilar as idéias mais óbvias do texto com um mínimo de discussão, o professor poderá gastar maior tempo para salientar alguns dos aspectos mais abstratos do capítulo. Primeiro, a terminologia das relações da comunidade lhe oferece uma oportunidade para estender a discussão (começada no Capítulo 2) sobre definições em ciência. Segundo, o paradoxo de mudança versus constância, ou seja, o equilíbrio dinâmico, é uma idéia que volta frequentemente; ela surgiu no início do Capítulo 1 e outra vez no Capítulo 2. Sua relação com o tema da homeostase é óbvia. Terceiro, a continuidade das comunidades e ecossistemas no tempo e no espaço, sem limites reais, é apenas um exemplo especial de unidade em Biologia.

O Capítulo 3 completa a série de unidades ecológicas começada no Capítulo 2 e também marca o fim da Primeira Unidade. Todavia, esta poderia ser finalizada com uma revisão cuidadosa da seqüência: indivíduo, espécie, população, comunidade e ecossistema. Este é o momento para uma prova de avaliação sobre a unidade, mas o aluno deverá compreender que ela é apenas um "sumário intermediário"; não está concluindo nada.

ALGUMAS NOTAS

A COMUNIDADE BIÓTICA
(pp. 74 - 78)

p. 75: Não confunda comunidade com sociedade. Na terminologia usada neste

curso, uma comunidade envolve relações interespecíficas e uma sociedade apenas relações intra-específicas. Uma colmeia é uma sociedade, não uma comunidade (a menos que sejam consideradas outras espécies, além das abelhas).

pp. 75 - 78: As relações descritas no item "Um Exemplo" baseiam-se em dados bibliográficos. Não foi possível encontrar um estudo completo sobre uma comunidade brasileira, que substituísse o estudo de John Crenshaw sobre uma comunidade dos rios da Flórida. Em todo o caso, o exemplo deverá estimular a discussão de comunidades existentes nas vizinhanças de sua escola. Evidentemente, não há necessidade de serem memorizados os nomes dos organismos mencionados no trecho.

Investigação 3.1

Estudo de Uma Comunidade Biótica
(pp. 78 - 86)

Todos os exercícios precisam ser planejados cuidadosamente, mas qualquer um que seja realizado fora da escola exigirá trabalho dobrado. A menos que professores e alunos saibam exatamente o que deve ser feito, esta investigação poderá tornar-se um divertimento, sem nenhum valor educativo. Entretanto, dando-se-lhe o tempo e a atenção necessários, poderá ser uma das experiências mais compensadoras do ano.

Pelas razões apresentadas no livro do aluno, é impossível fixar um único procedimento para esta investigação. Não obstante, foram dadas ao estudante informações suficientes para capacitá-lo a tomar parte ativa no planejamento. O professor, é claro, precisará saber muito mais sobre os métodos de estudo da comunidade. Poderá utilizar o livro Ecology of Land Plants and Animals, um Bloco de Laboratório do BSCS, de E. A. Phillips (Boulder, Colorado: Biological Science Curriculum Study, 1961).

Procedimento A

Em primeiro lugar, deve-se selecionar a área a ser estudada. O professor, se não os alunos, deverá estar amplamente informado sobre as potencialidades de sua região. É conveniente que a área esteja tão próxima à escola quanto possível, a fim de possibilitar visitas repetidas. Entretanto, essa conveniência aparente poderá ser vencida por outras considerações. Se os recursos na vizinhança imediata da escola forem pobres e se as condições administrativas permitirem, poderá ser preferível uma excursão a um local mais conveniente, mesmo que seja mais distante. Todavia, em nenhuma escola este exercício será impossível. Comunidades bióticas existem mesmo na situação mais urbana. Procure terrenos baldios ou mesmo fendas no calçamento; todos estes locais contêm plantas, insetos e nematóides. Embora os principais produtores possam estar a quilômetros de distância, a cidade também contém organismos maiores, camundongos, ratos, gatos, pombos.

Uma vez escolhida a área de estudo, o professor deverá visitá-la, se possível juntamente com um pequeno número de alunos. Com a área sob observação direta, o trabalho poderá ser planejado e esquematizado.

FICHA DE TRABALHO DA EQUIPE

EQUIPE _____ COORDENADOR _____

PREPARATIVOS

Delimitação da área:	Descrição Geral:
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

COLETA DE DADOS

Árvores (mais de 5 cm de diâmetro):

Arbustos e árvores novas (1 a 5 cm de diâmetro):

Ervas e árvores jovens, com menos de 1 cm de diâmetro:

Investigando os animais:

Amostras do solo e da camada que o reveste:

EQUIPAMENTO PARA A EQUIPE

estacas, 8	martelo,	elásticos, 4
barbante, 12 m	revistas velhas, 6	sacos de plástico, 4
régua, 4	frascos de coleta, 4	círculos de arame 2
esquadro de 60 cm x 80 cm x 100 cm	pinça, 2	pá, 2

Figura G-3

Procedimento B

Depois, baseada nas observações feitas na área de estudo e nos métodos sugeridos no livro do aluno, a classe fará o planejamento detalhado. Cada coordenador de equipe deverá conhecer o plano completo para o seu grupo e cada aluno deve ter uma tarefa definida; precisa saber qual a sua responsabilidade e como levá-la a cabo. A figura G-3 é um exemplo de tabela (usada em um estudo em região de floresta), que permite ao professor e coordenadores das equipes verificarem as responsabilidades individuais.

Outras tabelas devem ser planejadas para as anotações de dados no campo e, naturalmente, elas variarão de acordo com a natureza da área a ser explorada. Alguns professores acham aconselhável fazer uma excursão prévia com seus coordenadores, para combinarem os objetivos e as formas de anotarem os dados.

Sendo possível, a Investigação 3.1 poderá ser um estudo comparativo. Por exemplo, a orla de uma floresta comparada ao seu interior; um pasto a um campo ceifado; uma seção bem pisada de um campo de esportes a outra seção menos pisada.

Considere também a possibilidade de usar estudos feitos em anos sucessivos, como base de comparação. Isso poderá levar diretamente seus futuros alunos ao conceito de sucessão ecológica.

As densidades populacionais das espécies selecionadas poderão ser obtidas por meio de contagens do número de indivíduos existente na área de estudo. As densidades médias em um habitat poderão ser comparadas às densidades médias de outro. Se forem usadas várias áreas, a diferença entre as médias poderá ser tratada estatisticamente, frente a uma hipótese; porém, no curso colegial, será suficiente deixar que os alunos decidam subjetivamente se o grau de diferença numérica é ou não "significativo". A escolha das espécies dependerá dos habitats que serão comparados. Por exemplo, se se comparar um gramado muito pisado a outro que não seja passagem obrigatória, poderão ser contadas plantas tais como dentes-de-leão, mas não os pés da grama.

Procedimento C

O trabalho de campo deverá ser feito com tempo favorável; os dados não precisam ser analisados imediatamente, mas se essa análise tiver que ser feita tempos depois da coleta, algumas fotografias da área em estudo poderão ser úteis para reavivar a memória dos alunos.

Os organismos coletados durante esta investigação poderão ser úteis no estudo do capítulo que trata da diversidade entre os seres vivos, conceito este que será enfatizado na unidade seguinte. Assim a Investigação 3.1 será um elo entre a Primeira e a Segunda Unidades. Recomendamos ao professor o Manual de Coleta e Preparação de Animais Terrestres e de Água Doce, organizado por P.E. Vanzolini e Nelson Pappaverio, do Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Procedimentos Específicos

Procedimento B: As dimensões que separam árvores novas de árvores adultas (fig. G-3) são arbitrárias e podem ser modificadas.

Procedimento C: Espécimes pequenos podem ser coletados em frascos contendo formol diluído (uma parte de formol comercial para 7 partes de água) ou álcool isopropílico a 70%.

Procedimento D: Quando coletar nematóides do solo, lembre-se de que as populações variam muito, dependendo da amostra, que pode ser de um solo rico em ma-

téria orgânica, de uma área tratada com inseticida, etc. O funil de Berlese dá melhor resultado se houver um gradiente de temperatura considerável na amostra de solo - o fundo deve ser frio e a camada superior aquecida pela luz. Qualquer coisa que diminua o gradiente, diminuirá também a eficiência do aparelho.

Estudando os Dados

Se for possível, faça uma coleção das espécies mais frequentes na comunidade e identifique cada exemplar. Isso poderá ser difícil quando o professor estiver organizando a investigação pela primeira vez mas, cada ano, a coleção estará maior e será mais útil. Ela servirá de base para os estudantes nomearem os organismos encontrados. Embora não seja necessária nenhuma identificação específica para que se conheça a comunidade, os estudantes gostam muito de saber os nomes das coisas; é possível que, de outra forma, não considerem o trabalho concluído. Porém, a identificação não deve ser a meta final do trabalho.

A discussão das questões será mais eficiente se realizada depois de estudado o trecho "Estrutura da Comunidade" (pp. 86 - 96).

Antes ou depois da discussão em classe, cada estudante deverá escrever seu próprio relatório sobre o trabalho global. Nêle, devem estar incluídos a finalidade da investigação, um breve relato dos métodos usados, um resumo dos dados e, mais importante, a interpretação pessoal e detalhada dos dados, sob a forma de descrição da estrutura e das relações na comunidade.

Durante o estudo da Segunda e da Terceira Unidades, sempre que possível, devem ser feitas referências aos resultados obtidos neste trabalho de campo.

Sugestões

1. Se os estudantes fizerem o estudo comparativo de duas comunidades, será muito útil traçar o diagrama do perfil da vegetação. Para tanto necessitarão do seguinte material: uma folha de papel milimetrado colado sobre uma prancha; um barbante com 10 metros de comprimento, que poderá ser atado de uma árvore a outra ou a estacas; uma régua de um metro de comprimento.

O barbante deverá ser colocado a um metro do solo. Ao longo dessa linha, os alunos marcarão 50 cm de cada lado. Ficará então delimitada uma área de 10 metros de comprimento por 1 metro de largura, tendo o barbante ao longo do comprimento. Os estudantes deverão desenhar toda a vegetação aí contida, calculando a altura e espessura dos troncos, o diâmetro das copas, a posição e tamanho das epífitas, raízes aéreas, etc. Os perfis das duas comunidades devem ser feitos na mesma escala e ampliados posteriormente.

2. Se o professor achar conveniente, poderá fazer, nesta mesma excursão, o estudo do meio abiótico (Investigação 3. 2). Para tanto, utilizará apenas uma equipe. Os dados obtidos serão de grande auxílio na discussão geral da comunidade.

3. Um procedimento recomendável para a discussão final é a colocação dos dados de todas as equipes em folhas de papel de embrulho ou cartolina. Com pincel atômico, os estudantes transcreverão os perfis, os gráficos de temperatura, a umidade relativa, os dados quantitativos da vegetação, as listas dos organismos capturados, etc. Cada equipe poderá expor os seus dados e discutir os resultados, sob orientação do professor. Lembre-se que, na medida do possível, todos os dados devem ser interligados.

ESTRUTURA DA COMUNIDADE

(pp. 86 - 96)

p. 87, fig. 3. 8: O leão é o predador, a girafa é a presa e os abutres são comensais. Compare com a figura 1. 2.

p. 89, fig. 3. 9: As pulgas do camundongo provavelmente não parasitarão o falcão (geralmente os parasitas são específicos em relação ao hospedeiro), mas se elas enfraquecerem o camundongo, poderão torná-lo uma presa mais fácil. Ou então, se elas forem portadoras de organismos infecciosos, que possam matar os camundongos, poderão diminuir o número de presas para o falcão.

p. 91, fig. 3. 13: A hidra obtém alimento das algas, que o sintetizam; estas fornecem à hidra habitat, proteção e, presumivelmente, algumas matérias-primas. Assim, a relação pode ser chamada mutualismo.

p. 92, nota de margem: Os dados numéricos podem ser verificados prontamente. Note, porém, que, mesmo com base em dados numéricos, pode-se ainda fazer um julgamento subjetivo como, por exemplo, avaliar se o prejuízo ou o benefício é suficiente para justificar o termo usado na classificação.

p. 92, fig. 3. 15: O gráfico é baseado em um trabalho de D.A. MacLulich, University of Toronto Studies 43: 1 - 136, 1937.

p. 93, §1: Se algum estudante não o fizer, o professor poderá chamar a atenção da classe para o fato de os microrganismos terem sido negligenciados neste capítulo.

p. 93, §4: A relação entre grande diversidade das espécies e grande estabilidade tem sido suficientemente observada para ser estabelecida como fato. O que não se sabe é se a grande diversidade causa a estabilidade ou se o que acontece é o inverso (grande estabilidade no ambiente causa a grande diversidade de espécies). Em outras palavras, a correlação é observada, mas a relação causa e efeito não é bem conhecida.

p. 96, §1: As comunidades clímax são frequentemente mencionadas como comunidades "estáveis". Porém, esta estabilidade é relativa: uma comunidade de líquens pode persistir por muito tempo e, como indica o parágrafo seguinte, as comunidades clímax são mutáveis.

p. 96, nota de margem: Líquens e musgos geralmente não se fixam em areia: de modo geral, as primeiras plantas que surgem em um leito de rio são as que têm sistemas radiculares longos, garantindo boa fixação.

ECOSSISTEMAS (pp. 96 - 103)

Investigação 3 . 2

Meio Abiótico: Um Estudo Comparado (pp. 98 - 101)

Procedimento

Esta investigação não só se refere ao conceito de ecossistema como também se relaciona com as questões sobre tolerância e distribuição ecológica, que serão discutidas no Capítulo 8 (Vol. II). O trabalho de campo poderá ficar a cargo de uma única equipe em cada classe.

Para que o exercício dê bons resultados, o sol deve estar bem alto e os três habitats tão próximos quanto possível, de maneira que as diferenças topográficas sejam mínimas.

Esta investigação poderá ser feita juntamente com a Investigação 3 . 1, mas foram separadas por duas razões: (1) o exercício anterior é trabalhoso e os estudantes encontrarão algumas dificuldades em realizá-lo; (2) esta investigação vai introduzir a discussão sobre fatores abióticos e é possível que sua antecipação sobrecarregue demasiadamente os estudantes que, pela primeira vez, se defrontam com trabalho de campo.

Entretanto, se o professor achar conveniente que os alunos tenham os dados sobre temperatura e umidade relativa do local onde foi feito o estudo das comunidades, poderá encarregar uma equipe de obtê-los.

Para responder as perguntas dos estudantes relacionadas à umidade relativa, recomenda-se o livro The Study of Plant Communities (referência completa na p. G 106).

Nesta investigação é difícil usar psicômetros giratórios (a 0 cm será impossível), mas eles poderão ser usados para as alturas de 30, 90 e 150 cm. Se os termômetros de bulbo úmido forem usados repetidas vezes, deve-se usar água destilada para embebi-los.

Estudando os Dados

Os dados de cada equipe devem ser expostos para a classe toda, como foi dito na página G 60.

(1) a (10): As respostas dependerão dos resultados obtidos. Em um dia de sol, o chão nu é geralmente o habitat mais quente e mais seco; os habitats cobertos por vegetação são mais frios e úmidos sob as plantas do que acima delas. Em geral, essas medidas mostram o efeito modificador da vegetação, a conversão da energia do sol em calor - quando em contacto com a Terra - e, finalmente, a idéia de variações microclimáticas.

(11) e (12): Os microclimas geralmente são importantes para um organismo cujo tamanho não ultrapasse ao dos microclimas considerados (besouros e mosquitos), mas de pequena importância para um organismo cujo tamanho abranja toda a gama de variação microclimática (vaca).

(13): A sombra é um fator do micro-habitat importante para os produtores. Podem também ser importantes as correntes de ar, relacionadas (juntamente com a umidade relativa) à velocidade de evaporação.

p. 103, §§2 e 3; Use a figura 1 . 16. As idéias expressas nesses parágrafos constituem uma repetição deliberada do que foi dito nas páginas 32-34. Algum estudante percebeu isso? Quem o fizer, estará realmente estudando Biologia; os demais talvez estejam apenas lendo o livro.

PROBLEMAS (p. 104)

1. Produtores não podem viver em lugares onde não haja luz, mas as substâncias orgânicas penetram nas cavernas trazidas pelas águas correntes e servem de alimento para os sapróvoros, que são a base das teias alimentares nas cavernas.

2. Essas três comunidades dependem da entrada contínua de alimentos.

3. Esse problema pode levar o estudante a muitas direções. É uma boa introdução aos conceitos de doenças infecciosas, que serão desenvolvidos no Capítulo 7 (Vol. II). A ferrugem da seringueira, "mal das folhas", é causada pelo fungo Dothidella ulei, um ascomicete. Circunscrito, de início, à Bacia Amazônica, ocorre hoje em todo o continente americano. O fungo ataca principalmente as folhas jovens, as extremidades dos ramos novos, flores e frutos. Entretanto, depois do décimo dia de vida, estabelece-se completa imunidade das folhas. O problema volta-se então para as culturas de mudas, obtidas das sementes de plantas da região amazônica. Quando transferidas para o campo, quase a totalidade é dizimada pela ação do fungo. Este é um exemplo de relação hospedeiro-parasita que ainda não alcançou um estado de equilíbrio. Por outro lado, na coqueluche, o hospedeiro adquiriu imunidade; por isso, a doença tornou-se pouco fatal; neste caso, também pode ser usada a imunização artificial, de maneira que a doença não constitui mais um perigo para a população.

Nota: O professor pode sempre substituir os exemplos dados nos problemas. Em lugar da Dothidella pode usar Hemileia vastatrix, que causa a ferrugem dos cafeeiros (basidiomicete) ou outro parasita de interesse na sua região.

4. Nenhuma dessas questões tem resposta simples. O importante é o estudante compreender quanto da energia de uma cidade é importada e quanto a comunidade biótica depende do homem. Certifique-se de que os nossos comensais (camundongos, ratos e baratas) não foram esquecidos.

MATERIAIS SUPLEMENTARES

Problemas Adicionais

1. Muitas vezes se diz que uma fazenda é auto-suficiente. Que significa isso em termos de comunidades bióticas?

R:- Grande parte da energia biótica foi captada e gasta no local; o alimento foi produzido e consumido na fazenda.

2. Por que seria razoável incluir os trigais do Rio Grande do Sul, o gado de Goiás e o cacau da Bahia na comunidade biótica da Guanabara?

R:- Uma cidade moderna pode ser considerada uma comunidade biótica, mas seu sistema energético só pode ser entendido se seu estudo estender-se além dos limites urbanos.

3. "Os faisões comem diversos tipos de frutos carnosos. As sementes desses frutos passam pelo trato digestivo e são espalhadas pelos campos e, surpreendentemente, têm maior poder de germinação do que as sementes que não foram ingeridas pelos faisões".

Discuta as interrelações ilustradas nessa citação e planeje uma experiência que possa auxiliar a classificar o tipo de relação interespecífica.

R:- A espécie vegetal ganha de duas maneiras com essa associação mutualística: a germinação torna-se mais rápida, devido à ação abrasiva da moela, que desgasta o tegumento das sementes; a dispersão também aumenta, devido à perambulação dos faisões. Os faisões obtêm nutrientes dos frutos e de algumas sementes.

4. Os estômagos dos ruminantes contêm um número enorme de microrganismos, alguns dos quais digerem a celulose e, assim, produzem substâncias que são nutrientes úteis para o animal. Avalie a relação entre o gado e esses microrganismos.

R: Os microrganismos conseguem alimento e um lugar para viver; o gado lucra por ter a celulose transformada em substâncias que pode utilizar.

Investigação AdicionalCompetição entre duas Espécies VegetaisIntrodução

Muitos problemas de ecologia humana envolvem comunidades artificiais, tais como jardins e campos cultivados. A base desta investigação é a competição intra-específica de duas espécies vegetais, que normalmente não ocorrem juntas. Os estudantes devem apresentar uma hipótese que pareça razoável para o procedimento sugerido.

Material

solo (de boa qualidade); suficiente para encher três caixotes
espátula para desenterrar plantas
3 caixotes de madeira com as seguintes dimensões aproximadas: 55 cm x 35 cm x 10 cm
lápiz
sementes de tomate (cêrca de 450)
sementes de rabanete (cêrca de 450)
3 placas de vidro para cobrir os caixotes
tesoura
papel-toalha
balança ($\pm 0,1$ g)

Procedimento

Prepare o solo, removendo as pedras e quebrando os torrões. Ponha-o nos caixotes e iguale a superfície. Use um bloco de madeira para pressionar o solo firmemente, mas não o deixe ficar compacto. Use terra suficiente para obter uma camada de pelo menos 7 cm de profundidade. Umedeça a terra e deixe-a em repouso por 24 horas.

Com um pauzinho pontagudo ou um lápis de ponta fina, faça sulcos na superfície do solo; devem ser paralelos ao comprimento das caixas, ter 2 mm de profundidade e entre eles, deve haver um espaço de 5 cm. Em um dos caixotes ponha sementes de rabanete, distantes 1 cm uma da outra. No segundo caixote, faça o mesmo com sementes de tomate. Estas serão as "culturas puras". Na terceira caixa ponha, alternadamente, sementes de tomate e de rabanete; esta será a "cultura mista". Use o bloco de madeira para firmar o solo ao longo das linhas de plantio; isto cobrirá as sementes com terra.

Para reduzir a evaporação do solo até que as sementes germinem, cubra as caixas com placas de vidro e ponha-as em lugar aquecido e sombreado. Quando a germinação começar, as caixas devem ser transportadas para lugar claro. As placas de vidro serão removidas quando as plantas estiverem suficientemente grandes para serem borrifadas com água, sem serem lesadas. Mantenha todas as caixas com a mesma quantidade de água. Se elas forem colocadas no peitoril da janela, vire-as diariamente, de maneira que todas as plantas recebam a mesma quantidade de luz, durante o tempo que durar a experiência.

Esta investigação levará de 35 a 50 dias - as plantas devem ficar suficientemente grandes, mas não comecem a tombar. Quando atingirem o tamanho desejado, todos os tomateiros da cultura mista deverão ser cortados pela base e pesados. Depois, corte e pese todos os tomateiros da cultura pura. Arranque todos os rabanetes da cultura mista, retire cuidadosamente toda a terra presa aos tubérculos, limpe-os com papel-toalha e pese-os. Faça o mesmo com os rabanetes da cultura pura. Uma vez que a cultura mista tem metade do número de tomateiros e rabanetes que existem nas culturas puras, é necessário dividir por 2 o peso das plantas das culturas puras.

Estudando os Dados

Represente os dados na forma de um histograma, pondo os pesos no eixo vertical e o tipo de cultura no eixo horizontal. Distribua as barras ao longo do eixo horizontal, da esquerda para a direita, na ordem pela qual as plantas foram pesadas.

(1) Há diferença entre o peso total dos tomateiros que cresceram na cultura pura e dos que cresceram na cultura mista? Como explica?

(2) Há diferença no peso dos rabanetes que cresceram em cultura pura e em cultura mista? Como explica?

(3) Uma das espécies influenciou sobre a outra, quando as plantas cresceram em cultura mista? Como explica os resultados?

Os efeitos da competição estão sendo avaliados através do peso das "culturas" desenvolvidas - método esse bastante razoável do ponto de vista de um agricultor. Nas páginas 91 - 92 são discutidas as bases sobre as quais os ecólogos preferem avaliar os efeitos das relações em comunidades.

(4) Explique porque os pesos das culturas podem ser considerados evidências indiretas de competição.

Para Investigação Posterior

Realize a mesma experiência usando outros tipos de plantas. O espaçamento entre as sementes e a profundidade em que elas são plantadas dependerão das espécies escolhidas.

Para o Professor

Esta é uma experiência simples que pode ser realizada por uma única equipe. O trabalho pode ser feito em casa mas, feito no laboratório da escola, desperta maior interesse e a discussão, que deve seguir ao relatório do grupo que realizou o trabalho, será mais significativa para os alunos.

As sementes podem ser tratadas com fungicida, antes do plantio.

O procedimento supõe que as raízes dos tomateiros representem um fator negligenciável quanto ao peso. Se os estudantes objetarem, poderão pesar as plantas inteiras, retirando cuidadosamente a terra presa aos sistemas radiculares.

(1) e (2): As respostas dependerão dos dados obtidos.

(3) Se forem encontradas diferenças entre as culturas pura e mista, elas poderão ser explicadas supondo-se que a absorção de água e de nutrientes seja mais eficiente em uma espécie do que na outra. Entretanto, nos últimos estágios, uma espécie pode ultrapassar a outra em tamanho e, com isso, reduzir seu suprimento de energia radiante.

(4) A avaliação definitiva de competição deve restringir-se a seu efeito sobre as duas populações. Uma vez que essas espécies não se reproduzem vegetativamente, o efeito depende da quantidade e da viabilidade das sementes produzidas. Qualquer conclusão baseada nos resultados desta experiência depende da suposição de que o tamanho da planta, como indica seu peso, está relacionado à sua capacidade de produzir sementes viáveis.

Alguns alunos poderão querer investigar a competição intra-específica, uma vez que ela está mais ligada à idéia de superpopulação (discutida no Capítulo 2) do que ao estudo de comunidades. As sementes, embora sejam de um único tipo, devem ser plantadas em diversos caixotes, mas os intervalos entre elas deverão ser diferentes. Os efeitos do espaçamento podem ser avaliados pelo peso. Se forem usadas ervilhas, que

se autofecundam, os efeitos do espaçamento poderão ser correlacionados com a quantidade de sementes produzidas. É importante que os estudantes vejam que há várias maneiras de obter dados pertinentes de uma única experiência.

Convite ao Raciocínio

O Convite 8 (pp. 26 - 30) é excelente; une os Capítulos 2 e 3, introduzindo também uma importante questão metodológica - a utilização dos "segundos melhores dados".

SEGUNDA UNIDADE

DIVERSIDADE DOS SÊRES VIVOS

Neste século, tôdas as grandes inovações na Biologia tendem a fortalecer o conceito de uma unidade fundamental nos processos vitais. Porém, a diversidade dos organismos continua sendo um fato óbvio, do qual não se pode fugir. Os biólogos - pelo menos alguns dêles - precisam se ocupar dela e o mesmo ocorre em qualquer curso de Biologia: a diversidade dos seres vivos precisa ser considerada de início, uma vez que os estudantes necessitam de um mapa mental onde distribuir os numerosos organismos usados para ilustrar os princípios e os processos biológicos.

O principal objetivo desta unidade não são as características dos numerosos grupos nos quais os taxonomistas distribuem os organismos. Tais grupamentos envolvem forte dose de subjetividade; são mutáveis, se não efêmeros. Muitos dependem ainda de maior número de evidências paleontológicas e outros da maneira pela qual os grupos são definidos. "O jacaré pertence à classe Reptilia" é uma afirmação ouvida frequentemente, como se a classe Reptilia fôsse uma entidade a priori, à qual os jacarés tivessem que se submeter. Hoje tal afirmação é usada apenas por uma questão de conveniência; para os biólogos modernos ela não tem implicações aristotélicas, porém, certamente as terá para o estudante, a menos que êle esteja avisado para interpretá-la como se segue: "Os jacarés têm características que nos permitem colocá-los entre os Reptilia, atendendo à definição que a maioria dos zoólogos dá a essa classe". Com tal interpretação, torna-se absurdo insistir na colocação mais adequada dos organismos em um dos numerosos esquemas de classificação possíveis.

O objetivo desta unidade tem como base três idéias abstratas: primeira, os propósitos e a natureza da classificação biológica (Capítulo 4); segunda, o esquema de nomenclatura biológica (Capítulo 5); terceira, as dificuldades inerentes às tentativas de ajustar os fatos da natureza em um modelo conceitual (Capítulo 6). Qualquer que seja o tempo destinado à discussão em classe, êle deve ser devotado, prioritariamente, a essas três idéias. Uma vez que o número de idéias fundamentais desta unidade é menor do que possa parecer pelo número de páginas, o professor deve adotar um esquema que esteja mais em proporção com a densidade de idéias do que com a extensão do capítulo.

CAPÍTULO 4

ANIMAIS

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. Apesar da grande diversidade de formas no reino animal, podem ser distinguidos alguns padrões de características estruturais, que formam a base da ordenação hierárquica dos grupos taxonômicos.
2. Uma vez que a maioria dos taxonomistas acha conveniente trabalhar com espécimes mortos - e no caso das espécies extintas só pode ser assim - as características estruturais dos organismos são usadas frequentemente na classificação. Porém, outros caracteres estão sendo cada vez mais empregados pelos taxonomistas modernos.
3. Em espécies diferentes, estruturas basicamente semelhantes variam em detalhes; estas variações parecem permitir a uma dada espécie o perfeito funcionamento em um determinado ambiente. Êste é o conceito de adaptação estrutural, elemento essencial em tôdas as teorias evolucionistas, mas igualmente aplicável às teorias criacionistas.
4. Desde os tempos de Darwin, as semelhanças entre os organismos são atribuídas a um desenvolvimento evolutivo comum. Por meio de níveis de classificação, o taxonomista moderno procura expressar os vários graus de divergência evolutiva e, ao mesmo tempo, procura dar aos biólogos métodos convenientes de agrupar os organismos.

PLANEJAMENTO

Prepare os animais que serão necessários para a Investigação 4 . 2.

Para a Investigação 4 . 3, serão necessários espécimes vivos de hidras, planárias, minhocas, camarões - de - água - doce e sapos. Se não puder dispor de lâminas com os cortes transversais pedidos, providencie figuras de livro.

Durante o estudo do Capítulo 5, será conveniente ter no laboratório o maior número possível de plantas vivas. Ao escolher os vegetais, tenha em mente os tipos necessários para as Investigações 5 . 1 e 5 . 2.

ORIENTAÇÃO GERAL

A diversidade de formas entre os animais é a idéia que prevalece ao longo de todo capítulo. Os estudantes precisam ter oportunidade de ver essa diversidade em animais vivos. As Investigações 4 . 2 e 4 . 3 auxiliam em parte; visitas a zoológicos e aquários também ajudam. Mesmo assim, devem ser usadas ilustrações que dêem aos estudantes uma visão ainda mais ampla dessa diversidade. As figuras do livro do aluno devem ser bem exploradas mas, além delas, o professor deve utilizar quadros, filmes e slides. As revistas National Geographic Magazine, Natural History, o volume Animais da Biblioteca da Natureza Life (Livraria José Olympio Editora, Rio de Janeiro) e Ciência Ilustrada, da Ed. Abril Cultural, têm gravuras excelentes. O conhecimento que os estudantes têm sobre os animais varia muito; o professor deve verificar qual o grau de adiantamento das suas classes e, de acordo com ele, selecionar os materiais.

O estudo do capítulo começa com o conceito abstrato de classificação (pp. 108 - 111 e 116 - 117). Segue-se uma parte longa (pp. 123 - 134 e 138 - 150) relacionada com a descrição dos grandes filos animais, ordenados segundo o tema de adaptação estrutural, tema esse que será importante mais tarde, especialmente no estudo dos Capítulos 11 (Vol. II) e 19 (Vol III). A conclusão (pp. 151 - 153) volta à abstração, explorando o significado de classificação biológica.

O primeiro trecho designado para estudo é o compreendido entre as páginas 108-111 (questões 1 e 2); segue-se a Investigação 4 . 1, que pode ser feita como trabalho de casa e discutida em classe. Entretanto, se os alunos encontrarem dificuldades, o exercício será feito na sala de aula, sob a orientação do professor. Se o conceito básico de classificação hierárquica fôr difícil para os estudantes, o professor poderá usar um artifício: dar às equipes um grupo de objetos com determinadas características (um lote de parafusos, porcas e pregos de vários tamanhos e tipos ou um lote de cartões cortados com diversas formas geométricas) e fazer com que cada grupo faça uma classificação. Poderão chegar à chave dicotômica, entendendo o significado de classificação, sistema de classificação, etc. e aperfeiçoando o conceito de espécie.

O restante do capítulo pode ser dividido da seguinte maneira: pp. 116 - 117, que concluem primeiro trecho e introduzem a Investigação 4.2. Esta não exige nenhum conhecimento prévio, a não ser a dicotomia vertebrado-invertebrado, que é bem conhecida pela maioria dos estudantes; se não a conhecerem, pode ser explicada facilmente.

A terminologia necessária é dada no próprio exercício. Esta investigação introduz algumas idéias relacionadas à organização animal, ao mesmo tempo que familiariza os estudantes com o uso de chave dicotômica.

Segue-se o estudo dos cordados (pp. 123 - 134, questões 3 - 5), e a Investigação 4 . 3, que precede o estudo dos demais filos (pp. 138 - 150, questões 6 - 15).

Todo esse material não se destina a um estudo exaustivo; há muitos fatos, mas não se pretende que eles sejam memorizados. O professor pode torná-los mais interessantes usando o maior número possível de ilustrações.

Conclui o estudo do capítulo a leitura e discussão das páginas 151 - 153 (questão 16).

Recomenda-se ainda que o professor faça menção frequente ao Apêndice II, "Um Catálogo dos Sêres Vivos", reforçando as referências feitas no livro do aluno. Chame a atenção dos estudantes para os parágrafos introdutórios desse Apêndice.

Se o professor achar conveniente, poderá fazer com que seus alunos realizem um exercício sobre classificação de insetos, usando a chave do livro de Messias Carrera, Entomologia para Você.

ALGUMAS NOTAS

OS PRINCÍPIOS DA CLASSIFICAÇÃO
(pp. 108 - 117)

p. 108, § 2: Ainda hoje, muitos dos chamados povos primitivos dispõem de uma farta nomenclatura para os organismos que os cercam, mas ela é restrita aos seres que causam benefício ou prejuízo imediatos.

Investigação 4 . 1Níveis de Classificação
(pp. 111 - 116)Procedimento

Em alguns casos o Apêndice II não informa explícitamente qual o grupo a que pertence determinado animal. O estudante terá que consultá-lo cuidadosamente e com isso ganhará uma melhor compreensão das dimensões da diversidade animal.

As dificuldades que poderão surgir são:

p. 112, fig. 4 . 1: (e) Se as perguntas anteriores levaram os estudantes a esperar que chimpanzés e gorilas sejam diferentes do homem em todos os aspectos, a quinta questão poderá confundir-los, uma vez que o número de incisivos é o mesmo nas três espécies. Embora chimpanzés e orangotangos figurem no Apêndice II, não estão explicitamente identificados.

p. 113, fig. 4 . 2: (a) Não há necessidade de figura para responder a essa questão. (c) Os alunos responderão essa pergunta por inferência, uma vez que a clavícula está representada em negro, mas não foi identificada. (d), (e) A identificação de caninos e incisivos será feita com base na figura 4 . 1. Embora o cão (ordem Carnívora) não esteja representado no Apêndice II, todas as informações necessárias estão incluídas na figura 4 . 6. O gato (gênero Felis) também não aparece no Apêndice, mas o leopardo da Índia (cheetah) é suficientemente parecido com ele, para permitir que os alunos, por inferência, situem o animal na ordem a que pertence.

p. 114, fig. 4 . 3: (a) Deve haver no laboratório um espécimen de sapo para os alunos examinarem. (b) Veja a nota para a figura 4 . 3 (a). (c) O professor pode achar conveniente explicar resumidamente a diferença entre homotermia e pecilotermia ou mandar ver a p. 125, § 6 e a p. 129, § 1. As informações referentes aos cães estão na figura 4 . 5. No Apêndice II, p. 131, há uma figura de perereca.

p. 115, fig. 4 . 4: (d) Este é um outro caso em que se chama a atenção para um ponto imperceptível na ilustração; todos têm apêndices pares e alguns estudantes poderão notar a diferença em número. (e) Todos os alunos reconhecerão a diferença entre o embrião humano e o de ave, mas alguns poderão dizer que não conseguem responder a parte referente ao camarão de água doce. Naturalmente, eles estarão certos.

Poderá haver certa dificuldade no estabelecimento do filo ao qual pertence o camarão de água doce porque, no Apêndice II, os crustáceos estão representados pelo Cyclops e pelo siri zul. Se nenhum estudante conseguir identificar o camarão como Arthropoda, chame a atenção dos alunos para a estreita semelhança que há entre ele e uma lagosta; assim, a figura 4 . 5 resolverá a questão.

Discussão

(1) a (4) Os alunos, às vezes, tentam tornar essas questões mais complicadas do que o são na realidade, porque justificam a classificação repetindo os aspectos estruturais observados nas figuras, em lugar de citarem apenas os níveis de classificação. Isso redundará em confusão: a questão não está relacionada com a evidência em si, mas com a maneira pela qual ela é expressa na hierarquia dos níveis de classificação.

(5) As espécies C e D são mais semelhantes entre si do que as espécies A e B. Com base na evidência dada é impossível fazer qualquer outra afirmação geral.

Certifique-se, durante a discussão, de que os detalhes não obscureçam o ponto básico do exercício: a hierarquia dos níveis de classificação traduz os graus de semelhança - quanto maior a diferença entre dois organismos, mais baixo o nível no qual estão agrupados. No nível de espécie, os organismos são tão semelhantes que podem inter cruzar-se.

p. 116, fig. 4 . 5: Nos quadros apresentados, usou-se nomenclatura científica para cada grupo mas, nas discussões em classe, o professor deve empregar as formas aportuguesadas sempre que possível. Assim dirá "cordados", "artrópodes", "mamíferos", "canídeos", deixando os termos "Chordata", "Arthropoda", "Mammalia" para uso formal.

p. 117, fig. 4 . 6: Para a maioria dos estudantes o lobo e o cão são os mais parecidos. Se alguns acharem que um desses animais parece-se mais com a raposa, faça-os analisar melhor a figura, a fim de verem que as patas dianteiras da raposa são de estruturação mais leve e que ela é bem menor que os outros dois. A maioria das diferenças estruturais entre Canis e Vulpes, que são importantes para os taxonomistas, não são visíveis no desenho.

O REINO ANIMAL

(pp. 118 - 150)

A discussão é limitada aos animais atuais e exclui (da mesma maneira que o Apêndice II) todos os organismos conhecidos apenas pelos seus fósseis. Isso simplifica o quadro da diversidade animal, apesar de, de alguma forma, distorcê-lo.

Investigação 4 . 2

Características Estruturais na Classificação dos Animais

(pp. 118 - 123)

Muitas das recomendações feitas para a Investigação 1 . 1 aplicam-se também a esta.

Material

Uma vez que para esta Investigação foram feitas chaves muito simples, só foram considerados os organismos bem representativos de cada grupo. Por isso, ao escolher os espécimes, o professor precisa tomar cuidado para selecionar apenas animais que se "encaixem" na chave. Sugerimos:

Para a Chave 1: rato ou camundongo, cação, sapo ou rã, morcêgo, canário ou periquito, cobra, jaboti, peixinho vermelho, lagartixa, lampreia (esta pode estar representada por uma figura).

Para a Chave 2: minhoca, camarão, água-viva, hidra, borboleta ou mariposa, estrêla-do-mar, ostra, marisco, besouro, aranha, gafanhoto, planária, cara-

mujo (porém não lesma), poliqueta, milípede, centopéia, carrapato.

Sempre que possível, devem ser usados animais vivos.

Em lugar de fazer com que os alunos copiem as tabelas, alguns professores acham mais conveniente mimeografá-las, para que os estudantes incluam uma cópia em seu caderno. O número de colunas dependerá do número de animais observados.

Procedimento

Nas cópias mimeografadas não precisam ser incluídas as notas de rodapé, mas, antes da aula prática, os alunos devem lê-las com atenção.

No começo da observação serão dados dois minutos para cada seção. Este tempo pode ser reduzido, à medida que os estudantes forem se familiarizando com as tabelas, mas é improvável que mais de 20 exemplares possam ser examinados numa única aula. Para que a diversidade seja evidente, a despeito desta limitação, é importante que o professor faça uma seleção criteriosa do material.

O procedimento B pode ser feito como tarefa de casa. Entretanto, nas classes em que muitos alunos encontram dificuldades em entender o que lêem, o professor deve dar vários exemplos do uso de chaves, antes de fazer com que os alunos trabalhem independentemente. É importante dar atenção especial aos dois últimos parágrafos do procedimento B (p. 122).

Ao estudarem o Capítulo 5, os alunos voltarão a usar chaves de classificação.

Para Investigação Posterior

Qualquer animal com penas pode ser imediatamente incluído na classe Aves. Qualquer invertebrado que tenha apêndices articulados pode, imediatamente, ser colocado no filo Arthropoda. Qualquer artrópode sem antenas pertence à classe Arachnida. Qualquer artrópode adulto, que tenha três pares de pernas torácicas, pode ser incluído na classe Insecta.

p. 123, fig. 4 . 7: A pergunta da legenda é apenas uma pergunta retórica, mas alguns alunos podem salientar características comuns, tais como "dois olhos", "bôca", ou mesmo (a mais importante) "esqueleto interno". Provavelmente alguns se lembrarão de falar em "simetria bilateral". Uma pequena discussão da figura - sem comentários por parte do professor - é uma boa motivação para a leitura do trecho seguinte.

p. 125, § 2, 2ª linha: Note a afirmação "são os Cordados". Nenhum organismo "pertence" a um grupo taxonômico, a não ser com base em algum conjunto de características especificadas por alguém que esteja fazendo uma classificação. Este é o ponto básico de toda a Segunda Unidade e precisa ser constantemente enfatizado pelo professor.

p. 125, §§ 6 e 7: Muitas das características usadas pelos taxonomistas de vertebrados estão no esqueleto. A importância disso se tornará evidente no Capítulo 10

(Vol. II). O professor poderá achar conveniente mencionar algumas dessas características para os mamíferos: (1) o número muito menor de ossos cranianos, comparado ao dos répteis, (2) a formação do arco auditivo por 3 ossos em lugar de um, como nos répteis e (3) a nítida diferenciação dos tipos de dentes (com algumas exceções).

p. 126, § 2: A maioria dos estudantes é capaz de citar muitas adaptações estruturais nos mamíferos - começando com eles próprios. Faça referência também à figura 4 . 10.

p. 127, fig. 4 . 12: O colhereiro movimenta seu bico de um lado para outro, através do lodo, para separar os pequenos organismos que constituem seu principal alimento.

Os bicos característicos dos bicos-cruzados (ave do hemisfério norte) permitem-lhes abrir sementes de coníferas com grande facilidade; muitas outras aves têm grande trabalho para abrir os cones ou têm que esperar que eles se abram para usar o alimento.

Os bicos das águias, fortes e recurvados, estão bem adaptados para arrancarem pedaços de carne de animais relativamente grandes, que conseguem capturar.

Os bicos estreitos e pontegudos das corruíras permitem-lhes escavar e segurar minhocas e capturar larvas de insetos.

A bolsa membranosa, que existe na base do bico dos pelicanos, permite-lhes não só coletar pequenos peixes, eliminando o excesso de água, como também armazenar os peixes temporariamente, antes de engulir-los ou dá-los como alimento aos filhotes. (O pelicano não faz parte da fauna brasileira, sendo encontrado normalmente na América Central e na Flórida).

p. 127, § 2: Que é pena? Esta é uma boa pergunta para um estudante interessado. Geralmente o interesse dos alunos pelas aves é muito grande e muitas outras questões podem ser propostas. Livros com excelentes figuras são As Aves (Biblioteca da Natureza Life) e Ciência Ilustrada (Abril Cultural Ltda.)

p. 128, fig. 4 . 13: Com exceção dos peixes, provavelmente nenhum outro grupo mostra a diversidade de cores que existe nas aves. Apesar disso, elas não possuem pigmentos azuis e o verde é raro, não ocorrendo, por exemplo, no quetzal (representado na figura) nem nos papagaios e periquitos. Alguns estudantes podem estudar as "cores estruturais".

p. 130, nota 3: Os movimentos de um animal, que vive em um buraco não muito mais largo do que ele, seriam impedidos por apêndices que se estendessem do corpo do animal. A fricção entre a superfície do corpo e as paredes da cavidade mais os movimentos de contração característicos de muitos animais cavadores possibilitam locomoção eficiente em um espaço confinado.

p. 131, § 3: Em geral, os peixes mais velozes têm corpo alongado e afilado, com forma aerodinâmica. Nas espécies lentas o corpo é, geralmente, menos alongado e os movimentos das nadadeiras peitorais e pélvicas são de grande importância para impelir o peixe através da água (é o caso dos acarás). Em alguns peixes, cascudo, por exemplo, o corpo é muito rígido e as nadadeiras desempenham o principal papel na locomoção. Portanto, a locomoção nos peixes é realmente uma questão complexa.

Adaptações dos peixes que vivem no fundo das águas podem incluir corpo achatado, modificação na posição dos olhos (é o caso do linguado), alteração dos padrões fundamentais da simetria do corpo, modificação na forma e na posição das nadadeiras.

Veja o livro O Mar (Enciclopédia da Natureza Life).

Investigação 4 . 3

Diversidade no Reino Animal: Um Estudo Comparado (pp. 134 - 137)

Não se pretende que este exercício seja um estudo dos filós do reino animal. Sua finalidade básica é aguçar a observação dos estudantes em relação a animais vivos. Secundariamente, através dele, o estudante toma contacto com cinco dos principais padrões de estrutura animal e obtém, diretamente, evidências da relação estrutura-função a que o texto dá ênfase.

Material

O principal problema que o professor enfrenta com esse exercício é a dificuldade que poderá haver em reunir todos os animais. Com exceção do camarão de água doce, todas as espécies serão usadas mais de uma vez nas investigações da Versão Verde e todas (incluindo o camarão) podem ser mantidas permanentemente no laboratório. Por isso se justifica que se dê alguma atenção à cultura desses animais.

O professor poderá também substituir ou acrescentar outros animais tais como Daphnia, Tubifex, baratas, gafanhotos; porém, se forem feitas modificações, será necessário alterar as instruções do exercício. (Nota: - O crustáceo designado como Daphnia geralmente é do gênero Simocephalus. Daphnia é gênero muito raro no Brasil).

Damos a seguir algumas sugestões para a manutenção de alguns animais citados na investigação ou que sirvam para substituí-los.

Cultura de hidras. Pode ser feita em aquários ou em cubas. Antes da montagem, o recipiente deve ser bem lavado e enxaguado várias vezes para tirar todo o sabão ou detergente. O fundo deve ser revestido com areia ou cascalho lavado. Existe à venda nas casas especializadas, cascalho calcário, que tem a vantagem de manter o aquário límpido e o pH ideal da água. Esta deve ser, de preferência, de riacho ou lagoa, para que contenha algas microscópicas e microcrustáceos que servirão de alimento às hidras. Devem-se plantar elódeas e outros vegetais aquáticos no substrato, para que a água se enriqueça de oxigênio. O aquário pode ser iluminado natural ou artificialmente, recebendo bastante luz, porém, sem ficar exposto ao sol direto. Se as hidras forem verdes, ficarão na parede do aquário que esteja mais próxima à luz, o que facilita sua observação.

O alimento desses animais consta de microcrustáceos, que podem ser cultivados especialmente para este fim; Daphnia e Artemia, por exemplo. Quando o aquário chegar a um ponto de equilíbrio, não é preciso mais adicionar crustáceos (se estes forem de água doce). Eles se alimentarão e se reproduzirão normalmente e servirão de alimento às hidras.

Cultura de microcrustáceos. As culturas de microcrustáceos devem ser feitas em recipientes de boca larga. É conveniente usar água de riachos ou de lago, acrescentando-se algas unicelulares que servirão de alimento aos animais e outras maiores que oxigenarão a água.

Desta maneira podem ser cultivados Artemia salina, Cyclops e Daphnia. Podem ser criados em cubas ou frascos de boca larga, mantidos em lugar fresco, a menos de 35° C. A água deve ser arejada por meio de arejador de aquário ou diariamente, com uma seringa de borracha. Os animais são alimentados com algas unicelulares, arroz ou algumas gotas de uma mistura de fermento de padaria em água. Na página G 49, sugerimos um meio de cultura para Artemia.

Cultura de caranguejos. O caranguejo mais comum e facilmente cultivado em laboratório da escola é a Uca pugnax (ucá ou chama-maré). Pode-se mantê-lo num caixote, cuba ou vasilha alta, contendo areia de praia (ou de construção) numa camada com cerca de 5 cm. Por cima desta camada, coloca-se uma outra de areia tirada do meio de onde vieram os caranguejos, umedecendo-a bem com água do mar. Quando esta acabar, a areia já estará bem impregnada de sais e pode-se passar a usar água de torneira, mas sem deixar que o meio fique seco nem encharcado demais. Dêsse modo é possível manter os animais para observações durante vários meses. Como alimento, pode-se dar camarões frescos ou ração para cães.

Cultura de planárias. Prepara-se o aquário para as planárias da maneira já descrita, colocando-se também algumas plantas, como elódea, Valisneria, Nitella, etc. Algumas pedras no fundo do aquário servirão de abrigo para os animais. A iluminação deve ser intensa, mas não deve aquecer a água.

A planária é alimentada com pequenos pedaços de carne magra, dados a intervalos de dez dias. Para que o meio não se estrague, os animais podem ser transferidos, no dia da alimentação, para outro recipiente, onde receberão o alimento e ficarão por 4 ou 5 horas. Pode-se também amarrar os pedaços de carne a um fio de linha, para serem retirados do meio mais facilmente, quando não se quer mudar as planárias do frasco em que estão.

Insistimos no uso de carne magra em lugar de fígado, geralmente recomendado, pois este turva a água. Mesmo havendo plantas submersas no aquário, após a alimentação das planárias, deve-se arejar o meio com a seringa de borracha. A água não deve ser trocada com frequência, pois a mudança traumatiza os animais, além de possibilitar a perda dos ovos. É necessário manter o nível, usando-se para isso água de riacho, de lago ou mesmo de torneira. Os "ovos" das planárias têm cerca de 1 mm de diâmetro, são pretos e depositados nas inserções das folhas de elódea.

Cultura de minhocas. Estes animais podem ser mantidos facilmente num caixote com terra vegetal umedecida.

Manutenção de sapos. Os sapos devem ser postos em terrário, contendo, além da terra, um vasilhame largo e raso onde se possa colocar água. Esta é imprescindível, já que os anfíbios precisam manter sua pele úmida por causa da intensa respiração cutânea. Seu alimento consta de minhocas e insetos (besouros, por exemplo).

Em caso extremo, pode-se recorrer a pedaços de carne crua que serão introduzidos em sua boca, às vezes com dificuldade.

Procedimento

Note que não se faz mais referência ao caderno de laboratório; o seu uso, para todas as anotações feitas durante as investigações, deve ser agora um hábito estabelecido.

As cinco seções devem estar tão distanciadas entre si quanto o permitirem as dimensões da sala. Seis estudantes em cada equipe constituem um número ideal mas, se necessário, o professor pode reunir até oito. Cada grupo terá cerca de dez minutos para observar cada seção e a orientação necessária deve ser dada antes desta aula.

É pouco provável que a Investigação 4 . 3 possa ser seguida exatamente como está no livro do aluno. O professor pode omitir algumas das questões ou acrescentar outras, mas qualquer questão acrescentada precisa ser respondida com base no material disponível. Esta não é a ocasião oportuna para recomendar aos estudantes a consulta de enciclopédias.

Discussão

Concentre-se primeiramente na idéia da relação estrutura-função. Depois, se houver tempo, volte às observações específicas.

p. 139, fig. 4 . 21: Nas moscas, as asas posteriores estão representadas apenas pelos balancins; as asas anteriores estão bem adaptadas para que esses insetos parem no ar e dêem vôos curtos e rápidos. A velocidade normal de vôo é de 8 km/h.

As largas asas da borboleta, que aparece nessa ilustração, estão bem adaptadas para curtos períodos de vôo relativamente ativo, alternados com períodos de vôo planado em correntes de ar favoráveis. A velocidade de vôo é de aproximadamente 20 km/h.

As asas longas e finas das libélulas, ao contrário das asas das borboletas, batem independentemente; as anteriores se levantam, enquanto as posteriores se abaixam. Isso permite não apenas a rapidez do vôo, mas também as bem coordenadas manobras para pairar no ar. A velocidade de vôo é de aproximadamente 40 km/h.

Nos besouros, as asas anteriores formam uma estrutura espessa e dura que cobre e protege as posteriores. Em muitos casos, os élitros reduzem a eficiência das asas membranosas, usadas apenas para o vôo. Muitos besouros voam por curtos períodos.

As metades proximais das asas anteriores dos percevejos são espessas, lembrando um pouco as asas dos besouros, apesar de não serem iguais. Provavelmente, elas fornecem parte da força-motriz, mas as posteriores, inteiramente membranosas, são mais eficientes.

As asas delicadas e ornamentadas dos Tingitídeos são órgãos relativamente deficientes para o vôo.

p. 140, fig. 2 . 22: Notonectídeo: as pernas posteriores são natatórias. O nome da família (Notonectidae) vem do fato de esses hemípteros nadarem com o dorso voltado para baixo.

Piolho: as pernas permitem ao animal agarrar-se a pêlos. O tarso simples é alargado e a garra se fecha contra ele.

Gafanhoto: as pernas posteriores são saltatórias.

Louva-a-deus: as pernas anteriores são robustas e adaptadas para a captura de presas (raptórias); devido à forma dessas pernas, o inseto é relativamente lento. É predador voraz, alimentando-se de grande variedade de insetos; em geral fica esperando pela presa com as pernas anteriores levantadas, de onde o nome de louva-a-deus.

Pulga: pernas posteriores saltatórias.

Barata-d'água: as pernas anteriores são raptórias; as médias e posteriores, natatórias. Vivem em lagos e lagoas, sendo predadores.

Paquinha ou grilo-toupeira: pernas anteriores cavadoras; pernas posteriores saltatórias.

p. 141, fig. 4 . 23: Mosquito: as peças bucais formam um órgão sugador, com uma goteira através da qual a saliva (contendo uma substância anti-coagulante) é injetada e o sangue da vítima é sugado.

Abelha: as mandíbulas pares são usadas para amoldar e triturar a cêra usada na construção do favo. Uma probóscis longa e tubuliforme é empregada para sugar o néctar das flores.

Gafanhoto: As peças bucais pares, fortes e espessas, são usadas para arrancar e triturar a vegetação.

Borboleta: A probóscis longa e espiralada é usada para sugar o néctar. Pode penetrar mais profundamente nas corolas tubulosas do que a tromba de uma abelha.

Formiga: As peças bucais são usadas para agarrar, arrancar pedaços e triturar uma grande variedade de alimentos, dependendo da espécie.

p. 143, nota 1: Milípedes e centípedes têm em comum muitas características estruturais. O plano básico do corpo inclui a cabeça e o tronco alongado, constituído de muitos segmentos semelhantes, com pernas articuladas. Ambos os grupos têm um único par de antenas e as peças bucais mostram semelhanças básicas. Os dois grupos são frequentemente incluídos em uma única classe, os Myriapoda. Porém, muitos taxonomistas - incluindo os responsáveis pelo nosso Apêndice II - levam muito mais em conta as diferenças entre os dois grupos do que essas semelhanças.

p. 143, nota 2: Os caranguejos terrestres são geralmente noturnos e vivem em tocas, hábitos esses que reduzem a exposição ao ar seco. No aratu-marinho, as brânquias são reduzidas; a maior parte da respiração ocorre através das superfícies de dobras do tecido epitelial ricamente vascularizadas, que revestem as câmaras branquiais. Todas essas adaptações reduzem a velocidade da perda d'água, permitindo que o animal absorva oxigênio suficiente, sem se tornar excessivamente desidratado.

p. 148, § 1: Sempre que possível, faça referência ao fato de os taxonomistas geralmente concordarem quanto as características dos animais, mas frequentemente discordarem da importância dessas características ou de seu significado na classificação.

O SIGNIFICADO DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA
(pp. 151 - 153)

Os autores da Versão Verde consideram a teoria da evolução (considerada teoria distinta da teoria da seleção natural) tão importante para a Biologia quanto a teoria molecular é importante para as ciências físicas. A idéia de que os organismos se modificam através do tempo está implícita desde o começo do curso e continua implícita neste item do Capítulo 4. A palavra "evolução" não aparece em ponto algum do texto, mas algumas questões conduzem a ela, como uma maneira simples de explicar uma grande quantidade de fatos. Sem essa idéia, os fatos não têm nenhuma interpretação científica.

p. 151, nota 1: Um artifício dos sofistas é substituir demonstração ou evidência por uma analogia. Os professores tendem a fazer o mesmo.

p. 153, § 1: Outra analogia!

QUESTIONÁRIO (p. 154)

2. A segunda parte desta questão pode ser respondida com base no primeiro trecho designado para leitura (pp. 108 - 111; 116 - 117). Porém, ela se torna mais compreensível no fim do capítulo (p. 152, § 3). Volte a ela quando chegar a esse ponto.

PROBLEMAS
(pp. 154 - 155)

2. Incidentalmente, esse problema ilustra o princípio de convergência adaptativa, que será discutido no segundo volume da série. (a) As lampreias não têm mandíbula nem esqueleto ósseo. (b) As cobras têm coração com três cavidades e ovos amnióticos. (c) As salamandras não têm escamas, garras nem ovos amnióticos. (d) Os tatus têm glândulas mamárias e pêlos esparsos. (e) Os morcegos têm glândulas mamárias e pêlos, mas não têm penas.

4. A resistência de um osso à compressão é proporcional à sua secção transversal, isto é, um osso cuja secção transversal tenha 2 cm^2 suporta o dobro do peso que seria suportado por um osso de 1 cm^2 de secção transversal. Assim, os ossos dos grandes animais devem ter secção transversal relativamente grande. Isto não

acontece com a baleia, que tem ossos finos e cuja sustentação é feita pelo empuxo da água.

Ao ser levada para a praia, a sustentação passa a ser feita pelos ossos que, não suportando o enorme peso da baleia, se fragmentam. (Veja o Capítulo 4 do PSSC, Livro do Aluno e Guia do Professor).

5. A taxonomia continuaria a se desenvolver porque (a) novos fósseis continuariam a ser descobertos; (b) sem dúvida seriam descobertos novos tipos de evidências indicando diferentes interrelações; (c) novas espécies continuariam a aparecer como resultado da evolução.

7. Os estudantes poderão consultar livros de Zoologia que considerem a filogênese dos animais; por exemplo, as obras de Bucksbaum e Storer.

8. Esta questão é fácil, mas leva a uma discussão semelhante a apresentada para o Problema 2.

9. A classe Monoplacophora (p. 238) já estava estabelecida, mas era conhecida apenas através de seus fósseis. Outro exemplo do mesmo tipo foi a descoberta da *Latimeria*, em 1938. Porém, provavelmente, a maioria das grandes modificações feitas nas classificações durante o século passado resultou da descoberta de fósseis e não de organismos vivos. Se o problema incluir tais descobertas tornar-se-á muito grande. Apenas um exemplo: a descoberta de aves com dentes em 1872.

VEGETAIS

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

1. A nomenclatura binomial surgiu da necessidade de um sistema ordenado, que pudesse denominar cada um dos milhares organismos que se tornaram conhecidos na época das Grandes Descobertas.
2. Com a aplicação de algumas regras simples, o sistema binomial vem dando, já há duzentos anos aproximadamente, uma relativa estabilidade e clareza à nomenclatura biológica.
3. A grande maioria das plantas terrestres pode ser reunida em uma única divisão, Tracheophyta, caracterizada pelo sistema vascular, através do qual se dá o transporte da seiva.
4. As plantas das outras divisões são aquáticas ou vivem em habitats úmidos.

PLANEJAMENTO

As Investigações 6 . 1 e 6 . 2 podem ser montadas antes de concluir o Capítulo 5.

Precisam ser providenciados esclerócios de mixomicetes para a Investigação 6 . 3.

ORIENTAÇÃO GERAL

É costume apresentar a taxonomia como um conjunto de abstrações, que são rápida e superficialmente descritas e rápida e completamente esquecidas. Os autores da Versão Verde não acreditam que ela seja matéria à parte; explícita ou implicitamente, permeia todas as áreas da Biologia. Ainda mais, segundo eles, a sistemática constitui um acervo cultural, uma importante faceta do desenvolvimento da cultura humana e, por isso, um assunto importante em um curso de nível médio, que leve em conta o aspecto humanístico da Biologia (p. G 6). É por isso que a Versão Verde tenta não encarar a taxonomia como um compartimento isolado. A experiência dos autores indica que ela é compreendida mais facilmente quando dividida em partes e ensinada em pontos adequados do curso e não quando apresentada como um conjunto maciço de regras. Assim, ao conceito de espécie dado no Capítulo 2, segue-se a idéia de classificação (Capítulo 4) e agora o problema de nomenclatura.

A divisão óbvia do capítulo é a seguinte: pp. 156 - 160 (questão 1 - 4), pp. 160 - 164, que inclui a Investigação 5 . 1, pp. 164 - 181 (questões 5 - 11) e pp. 182 - 189 (questões 12 - 14). O primeiro trecho é pequeno mas, como já foi dito, o número de páginas não é necessariamente um bom indício para o número de idéias. Neste capítulo, o problema da nomenclatura exige discussão demorada.

A Investigação 5 . 1 pode ser introduzida logo depois de estudada a primeira parte do texto. Os alunos já conhecem chaves dicotômicas e esse exercício facilitará a compreensão das principais características dos grupos vegetais.

A orientação dada para o Capítulo 4 (p. G 70) pode ser aplicada à discussão sobre diversidade das plantas. Não se deve dar ênfase à alternância de gerações, tradicionalmente um dos temas centrais no estudo do reino vegetal. O que Marston Bates chama de "a obsessão dos botânicos pelo sexo" não deve desviar o estudante, a esta altura do curso, da obtenção de uma visão panorâmica da diversidade dos vegetais. Os ciclos reprodutivos serão discutidos no devido tempo (Capítulo 17).

ALGUMAS NOTAS

UM PROBLEMA: NOMENCLATURA
(pp. 157 - 160)

p. 159, fig. 5 . 1: Para alguns grupos de organismos que, na época de Lineu, eram pouco conhecidos, as regras de prioridade foram estabelecidas posteriormente. Por exemplo, a maior parte da nomenclatura dos fungos data do Sistema Mycologicum, de Fries, publicado em 1821.

p. 159, § 1: Os estudantes podem querer saber o que impede que haja duplicação de nomes. A resposta é a lei da prioridade. A primeira pessoa a publicar o nome estabelece-o como válido. Um exemplo é o nome que Lineu deu ao cravo. Se alguém publicar outro nome para essa planta, ele se tornará um sinônimo do primeiro. Isto acontece

com certa freqüência, porque é difícil estar a par de todas as publicações. Só para as plantas vasculares calcula-se que haja três vezes mais nomes do que o número de espécies conhecidas. O sistema é simples, como o texto diz, mas não é fácil regulá-lo; esse é o trabalho de diversas organizações internacionais de taxonomistas, que nem sempre concordam mas, de modo geral, têm um recorde melhor do que o das organizações políticas internacionais.

p. 160, §§ 1 - 3: Pode ser interessante ampliar a discussão do texto no que se refere aos nomes latinos. Outros exemplos de nomes curtos para gêneros são: Olea (azeitona), Musa (banana), Beta (beterraba), Viola (amor-perfeito), Allium (cebola, alho), Prunus (pêssego). Por outro lado, existem alguns nomes complicados que justificam a má opinião de quem não está familiarizado com a nomenclatura biológica: Strongylocentrotus (ouriço-do-mar) e Dolichocephalocyrus (besouros).

Outros exemplos de nomes de gêneros, cuja origem não é latina ou grega, são: Cunninghamia (ginosperma da família Taxodiaceae), Erica (variedade de azálea, família Ericaceae), Kalanchoe (família Crassulaceae, planta semelhante à fortuna), Freesia (família Iridaceae), Richardia (poaia, família Rubiaceae), Fourcroya (pita ou piteira, família Agavaceae), Muehlenbechia (família Polygonaceae), Wolffia (planta aquática, família Lemnaceae) e naturalmente Welwitschia. Todos esses nomes foram dados em homenagem a botânicos.

DIVERSIDADE NO REINO VEGETAL (pp. 160 - 164)

Investigação 5 . 1.

Diversidade entre as Plantas (pp. 161 - 164)

Geralmente os estudantes conhecem menos as plantas do que os animais e por isso é mais difícil ampliar o conceito de vegetal. Esta é a finalidade principal deste exercício. A segunda finalidade provém do último item do Capítulo 4 (pp. 151 - 153). Da idéia de que a classificação reflete as interrelações de parentesco (genéticas) surge, logicamente, uma outra: as características dos organismos vêm divergindo através das sucessivas gerações. O fato de alguns organismos atuais terem retido, mais do que outros, maior número de características de seus ancestrais é apenas um corolário dessa proposição.

Material

O estudante deve ser levado a observar e, por isso, as inferências devem limitar-se a um mínimo. Assim, as plantas selecionadas precisam apresentar, tanto quanto possível, as características necessárias para se obter uma "ordem de evolução" correta. Por exemplo, os espécimes de ginóspERMAS devem conter sementes; os de angiospermas devem ter frutos e flores; musgos, samambaias, licópódios, devem ter esporângios. Naturalmente, algumas distinções - como entre ervas, arbustos e árvores, por exemplo - não

são fáceis, em se tratando de amostras.

As plantas selecionadas devem encaixar-se nos tipos padrões. O número de angiospermas pode variar de 3 a 10 e apenas uma delas deve ser herbácea.

Sugerimos as seguintes plantas para este exercício: para exame ao microscópio: algas verdes (Spirogyra, Oedogonium, Ulothrix) e lêvedos. Para exame sob lupa: fungos (Rhizopus, Aspergillus), hepáticas (Marchantia), musgos (Polytrichum, Mnium). Para olho nu: Lycopodium, samambaias (Polystichum, Polypodium), pinheiros, cipreste, begônia, gerânio, Zebrina.

Como sempre, material vivo é preferível a material conservado. A maioria das plantas aqui mencionadas pode ser conseguida facilmente. Para obter bolor de pão, proceda assim: dez dias antes da data marcada para o exercício, corte o pão em pequenos pedaços e deixe-os expostos ao ar por um dia. O ar contém esporos de fungos em quantidade. Depois, umedeça o pão, coloque-o em um recipiente coberto e mantenha-o em local aquecido e escuro.

Procedimento

A tabela apresentada no livro do aluno é semelhante a uma chave dicotômica e isso auxilia o estudante, que já trabalhou com chaves no Capítulo 4, a apreender rapidamente o plano de trabalho. Evidentemente, a tabela não é uma chave, porque não leva a nenhuma identificação.

Comece o trabalho dando a cada equipe um espécime de cada tipo de planta. Se não houver espécimes em número suficiente, eles poderão ser distribuídos em seções e os estudantes farão um rodízio, examinando cada um deles.

Discussão

Os números da tabela são arbitrários. Com eles quer-se atribuir um total baixo de pontos às plantas consideradas "primitivas" pelos botânicos e um total alto às consideradas "evoluídas". Por isso, os conceitos de "primitivo" e "evoluído" são explicados no texto que introduz o exercício. Na discussão final, o professor deve lembrar aos estudantes a natureza subjetiva dos pontos obtidos. Por exemplo, é provável que muitos micologistas tenham objeções muito justificáveis ao baixo total de pontos atribuído aos fungos.

(1) Se, inicialmente, as espécies eram mais simples e menos numerosas e delas se originaram as espécies atuais, é evidente que a diversidade foi aumentando com o decorrer do tempo, isto é, surgiram mais tipos.

(2) e (3) As diferenças estão relacionadas com o grau de importância que o autor da chave atribuiu às características.

TRAQUEÓFITAS (pp. 164 - 181)

p. 164, nota 1: Use de preferência as formas aportuguesadas para os nomes científicos "traqueófitas", em lugar de "Trachaeophyta", por exemplo.

p. 165, § 3: "Por que estames e carpelos são considerados folhas modificadas?" Esta é uma pergunta que surgirá se os alunos adquiriram o espírito do curso. Por ora é difícil uma resposta completa, que envolveria evidências paleontológicas, mas o professor poderá mostrar que os estames frequentemente mudam gradativamente para pétalas nas flores cultivadas "dobradas", tais como rosas e begônias.

p. 167, § 2: Em uma ou duas aulas práticas, o professor pode fazer com que seus alunos estudem flores de vários tipos, para se familiarizarem com sua morfologia e diversidade estrutural.

p. 169, fig. 5 . 6: papoula: o fruto maduro (cápsula) desenvolve-se na extremidade de um pedúnculo longo e tem, no ápice, uma série de poros dispostos em anel. Quando as cápsulas são balançadas pelo vento, as minúsculas sementes são atiradas através dos poros, poucas por vez.

bórdo: os frutos alados (sâmaras) são bem adaptados para a dispersão pelo vento. Entre as plantas brasileiras que possuem sâmaras são exemplos Tipuana, Centrolobium, Pterodon.

Não-me-toques: nesta espécie o fruto é também uma cápsula. Quando maduro, se cai ou se é tocado, fende-se rapidamente em segmentos que se enrolam com força considerável, atirando longe as sementes. É também do gênero Impatiens, como o beijo, cujos frutos são do mesmo tipo.

Carrapicho: é um tipo de fruto cujas paredes são revestidas por espinhos. Quando maduro, os espinhos prendem-se aos pêlos de mamíferos que passam pela planta. Geralmente, o animal se livra do fruto já longe da planta-mãe e essa é uma excelente adaptação para dispersão das sementes que, muitas vezes, são levadas a considerável distância.

Dente-de-leão: cada fruto isolado é equipado com um pára-quedas (pappus), constituído de filamentos delicados que se originam do cálice floral. Quando o fruto está maduro, o vento o liberta da inflorescência e o transporta para longe da planta-mãe.

p. 170, fig. 5 . 7: apesar de grande parte da semente de monocotiledônea representada no esquema ser constituída pelo endosperma, este não está indicado na legenda, uma vez que a presença ou ausência dessa estrutura não é um caráter que diferencia as monocotiledôneas das dicotiledôneas.

p. 171, fig. 5 . 8: ervilha-de-cheiro: Os folíolos são transformados em gavinhas, que se enrolam ao redor de qualquer estrutura que sirva de suporte, e permitem à parte aérea da planta manter sua posição no espaço. A maior parte da atividade fotossintetizante é realizada pelas duas grandes estípulas.

Sarracenia: As folhas em forma de taça, profundamente modificadas, enchem-se com água das chuvas. A superfície interna dessa taça é impregnada por cêra e apresenta numerosos pêlos, todos voltados em direção à base, o que impede ou dificulta a saída dos insetos que caem no seu interior. Aos poucos, eles vão sendo digeridos pelas bactérias e enzimas contidas na água. As superfícies externas da folha realizam fotossíntese normalmente.

Dionaea: A parte terminal de cada folha é constituída por duas valvas denteadas, presas entre si por uma goteira mediana. Três pêlos sensoriais (invisíveis na figura)

projetam-se da superfície interna de cada valva. Se um inseto toca sucessivamente em dois desses pêlos ou se toca duas vezes no mesmo pêlo, as duas valvas se fecham imediatamente e o inseto é aprisionado. Enzimas digestivas produzidas por glândulas especiais digerem a presa. Aos poucos, as duas valvas se separam e a folha está pronta para capturar uma nova vítima.

Tanto Sarracenia como Dionaea são espécies com adaptações para viverem em solos deficientes em nutrientes nitrogenados solúveis. Uma vez que digerem e absorvem compostos nitrogenados dos insetos capturados, presume-se que essas espécies sejam mais capazes de viver em tais solos do que outras, que não possuem estruturas para capturar e digerir insetos.

Vitória-régia: As folhas flutuantes dessa planta podem ter mais de 2 metros de diâmetro. O pecíolo estende-se para cima, saindo de um rizoma tuberoso, embebido na lama que fica a um ou mais metros abaixo da superfície da água. Os estômatos, localizados apenas na superfície superior do limbo, os espaços cheios de ar do mesófilo e os numerosos estomatódios são adaptações que permitem às folhas fotossintetizantes dessa planta aquática funcionar eficientemente na superfície da água.

Cacto: Na espécie mostrada na figura, uma Opuntia, o tecido clorofilado está localizado junto à superfície dos caules achatados e espessos. Embora nos caules jovens existam estruturas foliares pequenas, elas não duram muito tempo. Nos caules velhos, os espinhos, que desencorajam os herbívoros de comerem os suculentos tecidos clorofilados, são folhas profundamente modificadas, como crê a maioria dos botânicos.

Investigação 5 . 2

Diversidade entre as Angiospermas (pp. 171 - 176)

Sendo as angiospermas as plantas mais conhecidas dos estudantes, devem merecer atenção especial. A ênfase nas flores corrobora a importância das estruturas reprodutivas na classificação dos vegetais. Ainda que não se encoraje a memorização dos nomes das estruturas, os estudantes aprenderão alguma terminologia botânica. Entretanto, ela foi reduzida a um mínimo e os termos são "definidos" muito mais em figuras do que em palavras.

A chave apresentada nas páginas 172 - 173 do livro do aluno obedece ao mesmo critério utilizado no Capítulo 4 e isso é tão evidente que os estudantes não precisarão nenhuma explicação. Na verdade, tudo o que o professor deve fazer é providenciar o material e depois circular entre os grupos de trabalho para, se necessário, fazer sugestões sobre como ler a chave e como observar os espécimes.

Um plano conveniente para a realização deste exercício é o seguinte: preparar tantas seções quantos forem os grupos de estudantes e pôr, em cada uma delas, um exemplar numerado de cada planta, agulhas de dissociação e lupas manuais. Dependendo das dificuldades inerentes a cada planta e da habilidade dos estudantes, 4 ou 5 plantas requererão aproximadamente cerca de 25 minutos de trabalho.

Os espécimes utilizados devem, naturalmente, pertencer a uma das dezessete famílias incluídas na chave. Se algum deles não pertencer, o estudante não encontrará as alternativas adequadas ou será levado a uma família errada.

Na maior parte do país, é possível coletar uma variedade suficiente de espécies. Plantas um pouco mais raras podem ser obtidas em floriculturas; Tradescantia e Zebrina podem ser cultivadas na própria escola.

Nesta investigação pode-se usar também material coletado e sêco, cujas flores podem ser facilmente dissecadas quando fervidas rapidamente. Para algumas plantas (Amaryllis, plantas aquáticas, lírios) só as flores são necessárias e podem ser conservadas em solução de FAA (10 ml de formol comercial, 2 ml de ácido acético glacial, 50 ml de álcool etílico a 95° e 40 ml de água).

A lista seguinte sugere algumas plantas para cada família da chave.

Família Iridaceae	palma-de-santa-rita (<u>Gladiolus</u>), <u>Iris</u> , açafrao (<u>Crocus</u>).
Família Amaryllidaceae	<u>Amaryllis</u> , <u>estrela-do-norte</u> (<u>Eucharis</u>), <u>bastão-do imperador</u> (<u>Haemanthus</u>).
Família Cyperaceae	tiririca (<u>Cyperus</u>)
Família Gramineae	bambu, cana-de-açúcar, arroz, trigo, grama-inglês (<u>Stenotaphrum</u>).
Família Liliaceae	lírio, <u>açucena amarela</u> (<u>Hemerocallis</u>), <u>agapanto</u> , <u>grama-preta</u> (<u>Reineckia</u>), <u>babosa</u> (<u>Aloe</u>).
Família Commelinaceae	<u>Tradescantia</u> , <u>Zebrina</u> (trapoeraba), <u>Rhoeo</u> , <u>Commelina</u> (marianinha-NE).
Família Alismataceae	<u>Sagittaria</u> , <u>Echinodorus</u> (chapéu-de-couro).
Família Convolvulaceae	<u>Ipomoea</u> (bom-dia, batata-doce), <u>Cuscuta</u> , <u>Calonyction</u> (boa-noite).
Família Bignoniaceae	ipê (ou pau-d'arco), jacaranda, flor-de-são-joão, pente-de-macaco, unha-de-gato, caça-de-árvore.
Família Onagraceae	<u>Jussieua</u> (brejos e terrenos alagadiços), <u>Oenothera</u> (litoral), <u>brinco-de-princesa</u> (<u>Fuchsia</u>).
Família Annonaceae	pinha, cabeça-de-negro, fruta-de-conde, <u>Xylopia</u> (matas do litoral e cerrado).
Família Leguminosae	feijão, ervilha-de-cheiro, ervilha, <u>Cassia</u> , <u>Mimosa</u> (sensitiva), <u>grão-de-bico</u> , <u>tremçoço</u> , <u>giesta</u> , <u>Erythrina</u> (molungu), flamboyant.
Família Umbelliferae	cenoura, salsa, erva-doce, coentro.
Família Compositae	girassol, dente-de-leão, macela, jacinto (<u>Zinnia</u>), alface, alcachôfra.

Família Rubiaceae

poaia, jenipapo, fruta-de-macaco, café, gardênia, jasmim-do-cabo.

p. 176, § 4: A diferença entre ginospermas e angiospermas é mais complexa do que se menciona nesse parágrafo. Apesar disso não ser importante para os objetivos do capítulo, poderão surgir questões embaraçosas se forem examinados exemplares de taxáceas e de Ginkgo. Um exame detalhado mostrará, porém, que as sementes das taxáceas estão bem enterradas em uma polpa carnosa, mas esta não a circunda completamente, como acontece com o caroço de pêssego. A semente de Ginkgo parece completamente envolta pela polpa, porém esta é também parte da semente e não uma estrutura desenvolvida a partir do ovário, como são a polpa e o caroço do pêssego. Por isso, o Ginkgo tem sementes "nuas" e não frutos.

p. 178, nota de margem: A idade de uma árvore, especialmente se esta é de regiões de latitude média ou alta, pode ser determinada com precisão pelo número de anéis anuais, que são vistos em secções transversais do tronco. O nível da secção deve ser tão próximo ao solo quanto possível.

PLANTAS AVASCULARES
(pp. 182 - 189)

p. 182, § 1: Uma vez que as plantas avasculares são pouco conhecidas dos estudantes é importante mostrar-lhes tantos espécimes quanto puder obter.

p. 183, § 4: Esta é a ocasião de montar a Investigação 6 . 2; muitos dos "microrganismos" que se desenvolverão na cultura, serão fungos.

p. 184, § 1: Nenhuma das denominações comumente aplicadas aos fungos - môfo, bolor, cogumelo - tem qualquer significado taxonômico. As plantas assim designadas estão distribuídas pelas diversas classes desse grupo vegetal.

p. 185, § 2: Alguns micólogos não concordam em colocar o gênero Penicillium como membro dos ascomicetes. Devido ao fato de não se conhecerem formas perfeitas para a maioria das espécies incluídas neste gênero, preferem situá-los no grupamento denominado Fungi Imperfecti. Entretanto, sua inclusão entre os ascomicetes parece justificada (1) pela estreita semelhança entre os estágios assexuados (conídios) de muitos Penicillium e de muitos ascomicetes, estes com estágios sexuados identificáveis e

(2) pelo fato de a maioria dos Fungi Imperfecti, depois de descobertos os estágios sexuados, passar a ser ascomicete. Esses aspectos não precisam ser discutidos com os estudantes, a menos que o professor queira usá-los como exemplo das dificuldades da classificação.

p. 186, fig. 5 . 39: São as seguintes as divisões a que pertencem os gêneros representados na figura: Enteromorpha e Ulva, Laminaria, Fucus e Ascophyllum, Phaeophyta; Chondrus e Polysiphonia, Rhodophyta; Oscillatoria, Cyanophyta. Todas elas estão citadas no Apêndice II. Oscillatoria pode causar algumas dificuldades, porque as cianofíceas estão entre os protistas. Isso, entretanto, não altera o fato de elas serem consideradas algas, termo esse que não tem significado taxonômico. Note também que, na figura, só aparece o nome do gênero; cada um deles apresenta certo número de espécies.

p. 187, § 2: Boa variedade de algas de água doce pode ser mantida em aquários nas salas de aula. Seria conveniente para o professor ter um herbário de algas marinhas, para mostrar a seus alunos. Os estudantes poderão também raspar as paredes internas de um aquário para coletar e examinar ao microscópio as diatomáceas que geralmente aí vivem. Algum tempo pode ser dedicado ao exame dessas algas e de desmidiáceas ao microscópio, devido à grande diversidade de formas que apresentam.

PROBLEMAS (pp. 189 - 190)

1. As manchas escuras, geralmente dispostas segundo um padrão definido, são grupos de esporângios, os soros, que em algumas espécies são parcialmente cobertos por uma estrutura protetora, o indúcio. Os soros são muito mais nítidos nas folhas mais velhas, mas podem ser vistos em vários estágios de desenvolvimento, se forem examinadas folhas de idades diferentes.

2. As plantas insetívoras, absorvendo e digerindo material de insetos capturados, obtêm compostos contendo elementos que faltam no solo. Veja os comentários sobre Sarracenia e Dionaea, que aparecem na figura 5 . 8 (p. G 86).

3. Para que os estudantes possam explorar bem as questões propostas, o professor pode sugerir que partam da comparação entre a formação de esporos em Penicillium e a formação de sementes no feijão. "Vantagem" e "desvantagem" devem ser interpretadas em termos de eficiência na reprodução. Uma vez que tanto as plantas que se reproduzem por esporos e as que apresentam sementes são abundantes hoje e o são desde vários períodos geológicos, segue-se que as "vantagens" e "desvantagens" estiveram e estão equilibradas. Tendo em mente essas regras gerais, pode-se discutir o seguinte:

Vantagens das espermáfitas: (a) Os embriões, contidos nas sementes, dispõem de um bom suprimento de alimento. (b) As adaptações dos tegumentos dos frutos e das sementes podem fornecer proteção e uma variedade de mecanismos de dispersão.

(c) Resultando as sementes de reprodução sexuada, é possível uma grande variedade entre os descendentes (provavelmente essa idéia não ocorrerá aos estudantes a essa altura do curso).

Vantagens dos esporos: (a) Sendo muito pequenos, os esporos podem ser produzidos em grande número. (b) Sua baixa densidade e sua grande superfície em relação ao volume, são características excelentes para a dispersão pelo vento e por correntes de ar. (c) Uma vez que são produzidos assexuadamente, as plantas que deles se originam têm as mesmas características da planta-mãe; se esta estiver bem adaptada, também o estarão seus descendentes.

Desvantagens para as espermáfitas: (a) As sementes contendo alimento podem ser ingeridas por muitos animais e, a menos que sejam protegidas por tegumentos resistentes, serão destruídas. (b) Em muitos casos, o número de sementes produzidas é relativamente pequeno.

Desvantagens para os esporos: (a) A quantidade de alimento nêles contido é necessariamente muito pequena. (b) Uma vez que os descendentes são idênticos aos ascendentes, a probabilidade de sobrevivência é baixa para aqueles que forem transportados para ambiente muito diferente do da planta-mãe.

Ao discutir esse problema, tenha em mente que não estão sendo considerados os micrósporos e megásporos das espermáfitas nem o fato de muitos esporos resultarem diretamente de reprodução sexuada. Assim, se a discussão não fôr mantida rigorosamente nos limites impostos pelas "regras gerais" estabelecidas, poderá levar à confusão e não ao esclarecimento.

4. As partes que comemos são aquelas nas quais as plantas armazenam alimento para seu uso e uso de seus descendentes. O alimento armazenado nas sementes representa uma adaptação para garantir a sobrevivência dos embriões. O alimento armazenado nas partes subterrâneas das plantas herbáceas protege a reserva de nutrientes da predação animal e, em certos climas, dos perigos causados pela dissecação e variações extremas na temperatura ambiente. Essa proteção é obviamente de grande valor para a sobrevivência das espécies que a possuem.

5. No verão, a planta estaria com uma superfície de evaporação muito grande, devido ao extraordinário número de folhas e isso redundaria em perda d'água excessiva para o vegetal.

6. Nem todos os produtores têm cor verde, embora todos contêm pelo menos um tipo de clorofila, que estará envolvido na fotossíntese; sua cor, entretanto, pode estar mascarada pelo efeito de outros pigmentos acessórios. Alguns exemplos são Coleus, repolho rôxo, etc. Os estudantes devem lembrar também da coloração variada das algas.

CAPÍTULO 6

PROTISTAS

IDÉIAS FUNDAMENTAIS

No Capítulo 6, devem continuar a receber ênfase as adaptações estruturais, classificação e nomenclatura. Outras idéias do capítulo são:

1. Tudo o que se sabe sobre microrganismos surgiu na era da ciência moderna. Este conhecimento, representando uma nova dimensão em Biologia, vem se integrando no conhecimento biológico mais antigo, vagarosamente e com dificuldades.
2. A ciência é um empreendimento internacional e resulta dos esforços de muitos homens em muitos países. (Esta é uma idéia que deve ser mantida durante o curso todo, mas deve receber ênfase especial neste capítulo).
3. Quanto mais um indivíduo aprende sobre a natureza, mais difícil se torna situar os conhecimentos em compartimentos estanques. Os limites entre os grupos taxonômicos parecem claros quando se estuda, em um livro, um esquema de classificação mas, ao se observar os organismos, eles já se tornam indistintos.

ORIENTAÇÃO GERAL

A maioria dos estudantes está relativamente bem familiarizada com os animais, menos com as plantas (a não ser de modo geral) e muito pouco com os protistas. Consequentemente, embora o Capítulo 6 seja mais curto do que os dois anteriores, é também mais difícil. Pode parecer difícil fazer com que os alunos trabalhem com protistas mas, para que esses organismos não sejam considerados como mitológicos, precisam ser vistos.

Antes de acabar o estudo do Capítulo 5, as Investigações 6 . 1 e 6 . 2 podem ser montadas. Muitos dos organismos que aparecerão nas culturas encaixam-se no reino vegetal e outros no reino dos protistas - os microbiologistas nunca foram muito cautelosos nas distinções entre reinos. Assim, a Investigação 6 . 2 não somente constitui uma boa ligação entre os Capítulos 5 e 6, como também dá ênfase à artificialidade dos esquemas de classificação.

Enquanto as culturas se desenvolvem, faça os estudantes lerem as páginas 197 - 200, a primeira das diversas incursões à história da biologia, que serão feitas durante o curso da Versão Verde. Um aspecto importante do ensino humanístico da ciência é salientar a natureza internacional dos empreendimentos científicos, que é um corolário necessário à história da ciência. Qualquer outro tempo disponível para discussão será bem aproveitado se devotado a problemas relacionados às tentativas do homem em impor ordem sobre os fatos da natureza, como mostram as dificuldades de classificação ao nível de reino, por exemplo, ou as dúvidas concernentes à natureza dos vírus. Desde o primeiro capítulo, vem sendo apresentada a idéia de que aprender ciência não é memorizar um sistema prescrito, ao qual os fatos devem se ajustar com determinação procustiana; aprender ciência é uma busca de maneiras novas e melhores para organizar este conjunto de fatos, que cresce continuamente. Abbé Galliani disse: "La science est plutôt destinée à étudier qu'à connaître, à chercher qu'à trouver la vérité" (A ciência destina-se mais a estudar do que a saber, mais a procurar a verdade do que em a encontrar). O Capítulo 6 oferece uma ótima oportunidade para dar ênfase a esta atitude.

Se os estudantes já estudaram células em um curso anterior, pode ser levantada a questão da celularidade dos protistas. Os ciliados, por exemplo, são organismos unicelulares que perderam a estrutura celular ou organismos que jamais tiveram células? Como interpretar a estrutura celular dos mixomicetes?

ALGUMAS NOTAS

Investigação 6 . 1Experiências sobre Geração Espontânea
(pp. 191 - 194)

Basta que apenas uma equipe de cada classe monte o exercício; a interpretação dos resultados é muito mais importante do que a manipulação. Se o professor tiver várias classes, poderão surgir variações nos resultados.

Material

Se usar peptona, não precisará filtrar o meio de cultura. Use cerca de 8 gramas de peptona, em lugar de tablete de extrato de carne.

Se os frascos não tiverem uma área apropriada onde se possa escrever à lápis, rotule-os com etiquetas de cartolina, presas com elástico, antes de esterilizá-los. Não utilize lápis vitrográfico nos frascos que deverão ser aquecidos ou fervidos em panela de pressão.

Procedimento

Alguns alunos podem preparar o material fora do período de aula. Aquêles que prepararam o meio para a Investigação 2 . 2, poderão agora incubir-se disso com um mínimo de supervisão por parte do professor.

Entretanto, o trabalho de curvar o vidro na chama é novo e deve ser supervisionado

cuidadosamente. Seja particularmente cuidadoso ao inserir os tubos de vidro nas rólhas; esta operação será feita com maior segurança utilizando-se furadores de rólha: escolha um perfurador cujo diâmetro interno permita a entrada do tubo de vidro; introduza o perfurador no orifício da rólha; depois, insira o tubo de vidro no perfurador e ajuste-o à altura desejada. Finalmente, mantendo o tubo de vidro em seu lugar, retire o perfurador.

O trabalho a ser feito fora da aula inclui a preparação do meio, o curvamento dos tubos, a montagem das rólhas e a esterilização dos Frascos 4, 5, 6 e 7. (As rólhas deverão ficar penduradas ao gargalo dos frascos durante a fervura). A seguir, a equipe encarregada da preparação poderá concluir sua tarefa, perante à classe, fervendo os Frascos 2 e 3 e selando-os com parafina. (A rólha do Frasco 3 deve estar bem ajustada durante a fervura). Se, durante a preparação, os frascos foram rotulados com etiquetas, estas podem agora ser substituídas por marcas com lápis vitrográfico.

Durante as semanas de observação, os frascos poderão ser manuseados, mas não devem ser agitados violentamente.

Se tudo correr bem, mantenha no laboratório o Frasco 7, depois de concluída a investigação.

Discussão

Os resultados típicos são os seguintes:

Frasco 1: turva-se dentro de um ou dois dias. Neste e nos outros frascos que se tornarem turvos, frequentemente desenvolvem-se placas de bolor na superfície do meio.

Frasco 2: geralmente turva-se um ou dois dias depois do Frasco 1. Geralmente o conteúdo evapora antes da conclusão da experiência.

Frasco 3: pode levar muito tempo para se turvar e pode também não sofrer nenhuma alteração. Entretanto, apesar de muitos micróbios serem mortos pela fervura, os esporos resistentes de algumas bactérias podem sobreviver e, eventualmente, produzir turvação.

Frasco 4: turva-se, geralmente, ao mesmo tempo que o Frasco 2. Seu conteúdo pode desaparecer devido à evaporação.

Frasco 5: devido à pequena abertura, pode não se turvar por muitos dias ou (se não houver muita corrente de ar) até por semanas; mas se fôr mantido por bastante tempo, haverá turvação.

Frasco 6: geralmente se mantém límpido muito tempo depois de concluída a experiência.

Frasco 7: deve manter-se perfeitamente límpido, desde que não seja agitado. Alguns frascos desse tipo foram mantidos em exibição durante anos. O formato do tubo em S é comparável ao do frasco "de pescoço de cisne", usado por Pasteur.

Os alunos podem duvidar que a turvação do caldo de carne seja causada por bactérias. (Se o curso estiver sendo eficiente, eles exigirão provas disso). Faça um teste com o material dos Frascos 2 e 4, usando os métodos apresentados na Investigação 6. 3. Geralmente obtêm-se boas lâminas de bacilos e cocos, que podem ser comparadas a lâminas preparadas de bactérias identificadas.

Além das experiências de Pasteur e Spallanzani, esta investigação repete as experiências de Needham sobre geração espontânea. O Capítulo 4 da Versão Azul traz uma boa história da controvérsia entre os defensores das teorias da biogênese, que o professor pode aproveitar para orientar a discussão do exercício.

A discussão dos resultados deve seguir-se à leitura do trecho "A Descoberta dos Microrganismos".

Estudando os Dados

(1) e (2) A turvação do Frasco 3, se ocorrer, será posterior à turvação do Frasco 2, pois o aquecimento mata a maioria dos microrganismos originalmente presentes na cultura. Embora o aquecimento também mate os organismos do Frasco 2, nada impede que o conteúdo seja contaminado por organismos presentes no ar.

(3) Esta questão deverá levantar considerável discussão. Os seguidores da abiogênese argumentavam que, nos frascos fechados de Spallanzani, não se desenvolviam micróbios porque o aquecimento destruiu o "poder" do ar contido no frasco e não havia maneira de entrar ar novo. Os organismos anaeróbicos não eram conhecidos naquela época. É instrutivo salientar que, embora Spallanzani tenha falhado ao expor teoricamente sua idéia, a importância prática de seu trabalho teve alcance imediato. Grande parte do sucesso de Napoleão tem sido atribuído ao uso de comida enlatada na alimentação de suas tropas.

(5) Pasteur precisava refutar os argumentos feitos pelos críticos de Spallanzani.

(6) A curvatura do tubo retém a poeira e, portanto, os esporos de microrganismos nela contidos. Mesmo que as correntes de ar ao redor do frasco sejam fortes, a poeira e os esporos ficam presos. Se a esterilização foi bem feita e o vedamento rápido e eficiente, não deve haver organismos vivos na cultura; o tubo impede a entrada de novos organismos e, em consequência, não há turvação. A curvatura simples do Frasco 6 não forma essa armadilha, mas é uma barreira relativamente eficiente e muitas vezes não ocorre crescimento de microrganismos nesse frasco, durante o tempo da experiência.

Pasteur deu um passo além: inclinou o frasco até que o meio de cultura chegasse à curvatura do gargalo; algum tempo depois, começaram a crescer microrganismos no frasco.

(7) O desenvolvimento de microrganismos pode aparecer quase simultaneamente nos Frascos 1, 2 e 4; porém, frequentemente, aparece um pouco antes no Frasco 1. Presumivelmente, isso resulta do abundante suprimento de microrganismos no início da cultura, enquanto que o desenvolvimento nos Frascos 2 e 4 depende de microrganismos que chegam à cultura após o aquecimento.

(8) A discussão pode tomar várias direções. Se os resultados não forem semelhantes aos descritos acima, a experiência não levará a nenhuma conclusão. Se isso ocorrer, toda a discussão deverá ser centralizada nas razões que determinaram as discrepâncias entre os dados da classe e os resultados relatados por Spallanzani e Pasteur (e muitos investigadores posteriores). Se os resultados forem parecidos aos descritos acima, os estudantes deverão ser levados a ver que esses experimentos colocam em descrédito a idéia de que microrganismos surgem espontaneamente da matéria bruta. As questões apresentadas no primeiro parágrafo da página 199 podem ser colocadas em forma de hipótese: "Microrganismos não podem surgir, a não ser que tenham ancestrais" ou frases semelhantes. O professor terá então a oportunidade de discutir a impossibilidade de provar uma proposição negativa. O melhor que se pode fazer é juntar evidências que tornam cada vez mais improvável a proposição. Isso foi o que aconteceu com a abiogênese.

Investigação 6 . 2

Um "Jardim" de Microrganismos
(pp. 194 - 197)Material

Os meios recomendados no livro do aluno foram escolhidos visando a cultura de uma grande variedade de microrganismos; entretanto, muitas outras alternativas são possíveis.

Podem-se usar copos ou quaisquer recipientes de vidro ou de plástico, que tenham cerca de 10 cm de diâmetro e paredes aproximadamente verticais, com 4 ou mais centímetros de altura. Recomenda-se que todos os frascos sejam semelhantes.

Se fôr necessário, o número de recipientes por grupo pode ser reduzido, mas os meios recomendados para os Frascos 1, 3, 4, 5 e 8 devem ser mantidos. Grãos de pimenta (Frasco 10) são recomendados devido à sua associação histórica com o trabalho de Leeuwenhoek. O tipo de fruta do Frasco 1 pode variar nos diferentes grupos, como também o tipo da água para o Frasco 3. A maioria desses materiais pode ser suprida pelos próprios alunos.

Em lugar de lupas binoculares, podem ser usadas lupas manuais, embora não sejam substitutas adequadas para este exercício.

Pode-se usar água de torneira na preparação das culturas, mas se ela contiver muito cloro, deve permanecer 24 horas em um recipiente de boca larga, para que esse gás se difunda facilmente pela grande superfície exposta.

Procedimento

É conveniente estabelecer grupos de dez estudantes e assim, cada aluno será responsável por um frasco.

Todos os recipientes devem ser limpos no início (e certamente devem ser limpos depois também). "Limpo", aqui, não significa esterilizado e sim quimicamente limpo, isto é, livre de sabão ou detergente. Depois de lavar os frascos, enxague-os pelo menos quatro vezes.

Se a experiência fôr montada numa sexta-feira, os frascos poderão ser observados macroscopicamente (e olfatoriamente) durante a semana seguinte. Todos os dias, no começo da aula, os recipientes devem ser colocados em lugar acessível, de modo que cada estudante possa observar todos eles, ao menos superficialmente. Porém, será necessário muito tempo para que todos os alunos façam anotações detalhadas sobre todos os frascos; por isso, cada um deve concentrar-se no que preparou.

Uma semana depois de montada a experiência, o material já deve estar bom para observações ao microscópio. Os estudantes que tiverem frascos do mesmo número deverão trabalhar juntos. Cada grupo deve receber o equipamento óptico necessário. Por exemplo, os que trabalham com o Frasco 3 vão precisar de microscópios, mas as lupas lhes serão de pouca serventia.

Em sala de aula não é possível identificar os microrganismos até gênero ou espécie; na maioria dos casos devemos nos contentar com a identificação ao nível de filo. Porém, com o uso de bibliografia adequada, os estudantes que o desejarem poderão aprofundar-se no assunto.

Discussão

O primeiro passo é permutar, entre os alunos, os relatórios das observações

feitas; isso pode ser feito oralmente ou pode-se mimeografar e distribuir os relatórios das equipes.

(4) Geralmente os fungos aparecem em quase todas as placas. Isso deve-se, em parte, ao fato de ser difícil observar bactérias sem técnicas especiais (Investigação 6 . 3), embora elas estejam amplamente espalhadas. Os fungos são vistos com mais facilidade e, além disso, crescem melhor nas temperaturas que predominam na maioria dos laboratórios. Se as culturas fôssem incubadas entre 35 e 40° C, poderíamos observar maior número de colônias de bactérias.

(5) Isso depende do tempo que durar a experiência. Por exemplo, algumas vezes, depois de iniciado o apodrecimento (provavelmente causado por bactérias) o material fica coberto por fungo visível. Uma sucessão de "protozoários" pode ser observada no Frasco 3, mas este tipo de sucessão será mais facilmente detectada na Investigação 9 . 1 (Vol. II). Nos Capítulos 4 e 5, as relações ecológicas ficaram em segundo plano; no Capítulo 6, idéias e termos dos Capítulos 2 e 3 começam a ser usados novamente. O professor deve estar ciente dessa volta à ecologia e explorá-la ativamente, preparando caminho para um retorno completo aos conceitos ecológicos, que serão tratados no Vol. II.

(6) Nos Frascos 1, 6 e 8 provavelmente ocorrerá diminuição do material, em parte por causa do dessecamento mas, principalmente, devido ao consumo de alimento pelos organismos.

As perguntas que concluem o exercício permitem que a discussão ocorra em muitas direções. É importante salientar que, nesse "jardim", há alimento para os microrganismos e não apenas nutrientes inorgânicos, uma vez que predominam os consumidores. Como grande parte dos organismos se desenvolve enquanto está ocorrendo decomposição, é óbvio que a maioria é de sapróvoros, embora não exista uma maneira nítida de distingui-los de outros consumidores. Também a possibilidade de aí existirem predadores e parasitas não pode ser excluída.

Neste ponto a discussão pode ser levada para questões tais como: "Por que há cheiros diferentes nos vários frascos?" "De onde vieram os microrganismos?" (Esta pergunta relacionará o exercício com a Investigação 6 . 1). "Como podem ser explicadas as mudanças que ocorrem em um frasco durante um certo intervalo de tempo?"

A DESCOBERTA DOS MICRORGANISMOS
(pp. 197 - 200)

p. 198, § 6: A primeira sociedade científica foi, provavelmente, a "Accademmia di Lincei", de Florença. Ainda existe, mas não tem tido atividade tão contínua como a Sociedade Real.

p. 200, § 2: Grande parte da técnica que os estudantes empregarão na Investigação 6 . 3 proveio do laboratório de Koch. Por exemplo, as placas de Petri foram inventadas por um de seus discípulos; o uso do agar-agar foi sugerido pela esposa de um de seus alunos.

OS FILOS DOS PROTISTAS
(pp. 200 - 214)

p. 201, § 1: Neste ponto é que devem ser consideradas as questões: O que é um animal? O que é uma planta? Foram deixadas de lado, deliberadamente, nos Capítulos 4 e 5, mas são levantadas na Investigação 1 . 1. Quando considerá-las, faça os alunos consultarem os apontamentos feitos durante essa investigação.

p. 201, § 2: Como agrupamento de conveniência, o reino protista se assemelha ao dos Deuteromycetes ou ao dos líquens, que alguns botânicos usam como um grupo do reino vegetal. Ninguém afirma que todos os filós do reino protista sejam relacionados uns aos outros, nem mesmo da maneira remota como se relacionam os filós dos reinos animal e vegetal. Podemos considerar o filo dos protistas como representando diferentes maneiras pelas quais os organismos conservaram um conjunto de características desde os tempos mais remotos. Os reinos animal e vegetal representam, portanto, duas outras maneiras pelas quais os organismos evoluíram a partir de seus ancestrais. Todo taxonomista sabe que surgirão classificações melhores, à medida que se souber mais sobre os seres vivos. Entretanto, o problema taxonômico não é o único em ciência. As portas nunca se fecham definitivamente para qualquer problema científico relevante; a qualquer momento, uma nova descoberta pode reabrir qualquer questão.

Investigação 6 . 3

Estudo de Bactérias ao Microscópio
(pp. 202 - 203)

Material

Se o laboratório de Biologia não fôr equipado com bicos de Bunsen em número suficiente, o professor poderá substituí-los por lamparinas a álcool ou trocar de lugar com o professor de Química para essa aula. Serão necessários 30 minutos para essa investigação, excluindo-se o tempo para analisar as instruções e limpar o material depois de concluída a tarefa.

A infusão de pimenta do reino, preparada para a Investigação 6 . 2, deverá conter uma boa variedade de bactérias. Ela pode ser misturada ao material obtido das culturas da Investigação 6 . 1.

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

Procedimento

Embora o uso de técnicas para esterilização não seja indispensável para este exercício, deve-se passar a alça na chama antes e depois de usá-la, para dar ênfase

a um dos princípios da bacteriologia.

Adicionando à lâmina corada algumas gotas de glicerina e uma lamínula, a coloração tornar-se-á mais viva e poderá ser usada a objetiva de maior aumento - um fator importante no estudo de organismos tão pequenos.

Os professores podem fornecer aos alunos etiquetas em branco, nas quais marcarão o nome do organismo, a data e suas iniciais, a fim de guardar a lâmina. Se usou glicerina, a lâmina deverá ser enxaguada várias vezes). Pode-se também fazer uma montagem permanente com bálsamo do Canadá.

A objetiva de imersão não é essencial (Leeuwenhoek observou bactérias em uma infusão de pimenta com aumento de 270 vezes), mas o seu uso sempre aumenta o interesse pela observação de bactérias coradas. Para salientar o aumento assim obtido, pode-se fazer uma comparação simples: no centro do quadro-negro, cole um pedacinho de papel de 1 mm²; em volta dêle marque um quadrado de 1 m². As bactérias, quando vistas sob objetiva de imersão, estão aumentadas na mesma ordem de grandeza. Assim, os estudantes poderão ter uma idéia melhor do aumento real desses organismos.

p. 204, § 1: Bactérias fotossintetizantes não liberam oxigênio e esta é talvez a diferença mais óbvia entre o processo de fotossíntese realizado por esses microrganismos e o realizado pelos produtores clorofilados.

p. 204, fig. 6 . 6: Já tendo discutido nomenclatura no Capítulo 5, o professor deverá utilizar todas as oportunidades para empregar os nomes científicos, porém sem ostentação. Os nomes dos microrganismos são muito adequados para isso, porque a maioria não possui nome vulgar. Certifique-se de que os estudantes perceberam a disparidade dos aumentos.

p. 206, § 5: Ao contrário das bactérias fotossintetizantes, as algas azuis liberam oxigênio, mas assemelham-se às bactérias na reprodução por simples divisão e pela falta de um núcleo distinto e organizado.

p. 207, fig. 6 . 10: Lembre aos estudantes que usar apenas o nome dos gêneros não viola o sistema binomial de nomenclatura. É uma identificação perfeitamente válida, quando a classificação até espécie é desnecessária ou quando é impossível chegar até espécie apenas com as informações disponíveis.

p. 208, § 3: Vemos novamente que a Primeira Unidade não é assunto encerrado. Muitas vezes, os estudantes acham difícil acreditar que devem levar, de uma unidade para outra, os conhecimentos adquiridos. Para vencer essa dificuldade, o professor precisa, constantemente, tentar ligar atividades passadas às presentes.

p. 211, § 2: Uma pergunta que pode ser proposta aos alunos é a seguinte: Se um ciliado atravessa o campo de um microscópio (visto com objetiva e ocular de 10 aumentos) em um segundo, qual será sua velocidade em metros por hora?

O diâmetro de um microscópio monocular é de aproximadamente 1,4 mm, quando utilizamos uma objetiva e uma ocular que aumentem 10 x. Uma hora tem 3 600 segundos. $3\ 600 \times 1,4 = 5\ 040\ \text{mm} = 5,040\ \text{m}$. Portanto, a velocidade desse movimento é de aproximadamente 5 m/hora - talvez um pouco mais rápido do que o "passo" de uma lesma.

Investigação 6 . 4

Comportamento de um Mixomicete (p. 213)

Este é um exercício que permitirá ao aluno observar a olho nu o comportamento dos mixomicetes, analisando suas características animais e vegetais. Além disso, com pequenos pedaços de esclerócio, será possível criar esses organismos, fazer experiências e obter novos esclerócios para uso posterior.

O "kit" da FUNBEC, "Criando Mixomicetes", fornece material necessário e instruções para a experiência e cultivo dos esclerócios.

VÍRUS (pp. 215 - 216)

p. 215, fig. 6 . 17: Para que essas fotografias tenham significado é necessário anotar a ampliação e compará-las com a de outras figuras, especialmente com a fig. 6 . 6.

QUESTIONÁRIO (p. 217)

4. O melhor exemplo, e talvez o mais antigo, é o uso de levedura para a obtenção de bebidas alcoólicas e, posteriormente, para fermentar o pão. Outros: fabricação de queijo, chucrute, uso em silagem, no maceramento de fibras de linho, na curagem de chá e de cacau, etc.

PROBLEMAS (pp. 217 - 218)

1. Este é um meio complexo de descrever a reprodução por simples divisão, combinada com o princípio da biogênese.

2. O nº exato é 2.361.183.241.434.822.606.848. Ao meio-dia a população é $2^0 = 1$ bactéria; às 12,20 é $2^1 = 2$ bactérias; às 12,40 é $2^2 = 4$ bactérias; às 13,00hs é $2^3 = 8$ bactérias e assim por diante, até o meio-dia seguinte, quando será 2^{71} bactérias. Mais importante é fazer o aluno olhar os aumentos da figura 6 . 6 e imaginar qual seria o aspecto da população com o tamanho calculado. A idéia do potencial de reprodução é uma idéia chave neste curso e culminará no Capítulo 21 (Vol. III).

3. Isto pode ser discutido em vários níveis. Muitos estudantes pensam que o resfriamento não mata os microrganismos. É mais provável que o aluno diga que os microrganismos responsáveis pela decomposição do alimento não se multiplicam a temperaturas baixas. Isso, entretanto, é muito relativo. Os fungos geralmente se desenvolvem melhor que as bactérias entre 0°C e temperatura ambiente. Neste ponto poucos estudantes ressaltarão os efeitos da temperatura baixa nos processos metabólicos ou ligarão esse fato à velocidade das reações químicas.

5. Este problema é uma antecipação do Capítulo 10.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Poucas são as obras em português que tratam dos assuntos relacionados ao primeiro volume da Versão Verde e os mais acessíveis são recomendados diretamente ao estudante no livro do aluno. Aqui damos uma relação de livros mais especializados ou escritos em língua estrangeira (inglês e espanhol), visando auxiliar o professor com a indicação de obras que servirão para sua atualização e ao preparo de seu curso.

Os livros assinalados com um asterisco são mais indicados ao professor. Os demais poderão ser recomendados aos estudantes que desejarem complementar seus conhecimentos ou estendê-lo a outros campos da Biologia.

- * ALLE, W. C., A. E. EMERSON, O. PARK, T. PARK e F. P. SCHMIDT, Principles of Animal Ecology. Philadelphia: W. B. Saunders, Co., 1949.
- * BAKER, Jeffrey J. W. e Garland E. ALLEN, The Study of Biology, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- BATES, M. The Nature of Natural History. N. York: Charles Scribner's Sons, 1962.
- BENTON, A. H. e W. E. WERNER. Principles of Field Biology and Ecology. N. York: Mc Graw-Hill Book, Co., Inc., 1958.
- * BORROR, Donald J. e Dwight M. DELONG. Introdução ao Estudo dos Insetos, Editôra Edgard Blüchner Ltda. e Editôra da Universidade de São Paulo, 1969, S. P.
- * BROCK, T. D. (ed.) Milestones in Microbiology. Englewood Cliffs, N. Jersey, Prentice-Hall Inc.
- BUCKSBAUM, R. e M. BUCKSBAUM. Basic Ecology. Pittsburgh: The Boowood Press, 1957.
- BUCKSBAUM, R. Animals without Backbones - An Introduction to the Invertebrates. Penguin Books.
- BURNETT E EISNER. Adaptación Animal, Série Moderna de Biologia (C. E. C. S. A.), México.
- * FERRI, M. Guimarães. Plantas do Brasil - Espécies do Cerrado. Editôra Edgard Blüchner Ltda. e Editôra da Universidade de São Paulo, S. P.
- GALSTOFF, P. S., F. E. LUTZ, P. L. WELCH e J. G. NEEDHAM. Culture Methods for Invertebrate Animals. N. York: Dover Publications, Inc.
- * GATES, D. M. Energy Exchange in the Biosphere. N. York: Harper and Row, 1926.
- GRIFFIN, D. R. Estrutura y Función Animal, Série Moderna de Biologia (C. E. C. S. A.), México.
- * HANSON, Earl D. Animal Diversity. Englewood Cliffs, N. Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1961.
- * HANSON, H. C. e E. D. CHURCHILL. The Plant Community. N. York: Reinhold Publishing Corp., 1961.
- HYLANDER, C. J. World of Plant Life. N. York: the Macmillan Co., 1956.
- * JAHN, T. L. e F. F. JAHN. How to Know Protozoa. Dubuque, Iowa: William C. Brown Co., 1950.
- JOLY, A. Brandão. Conheça a Vegetação Brasileira. Editôra da Universidade de São Paulo e Editôra Polígono. S. P.
- KENDEIGH, S. C. Animal Ecology. Englewood Cliffs, N. Jersey, Prentice-Hall Inc., 1961.

- MAVOR, J. W. General Biology. N. York: The Macmillan Co., Publishers, 1959.
- OOSTING, H. J. The Study of Plant Communities. San Francisco: W. H. Freeman & Co., Publishers, 1956.
- RAHN, O. Microbes of Merit. N. York: The Ronald Press Co., 1945.
- * RUSSEL-HUNTER, W. D. Uma Biologia dos Invertebrados Inferiores, Editôra da Universidade de São Paulo, S.P.
- SIMPSON, G. G., G. S. PITTENDRIGH e L. H. TIFFANY. Life: An Introduction to Biology. N. York: Harcourt, Brace and Co., 1957.
- STORER, J. H. The Web of Life (A First Book of Ecology). N. York: The Devin-Adair Co., 1953.
- * VAN ROMAN, R. W. Experimental Biology. Englewood Cliffs, N. Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1963.
- VILLEE, C. A. Biology. Philadelphia: W. B. Saunders Co., 1962.
- The World of Nature Series. N. York: Doubleday & Co., Inc:
- BUCKSBAUM, R. M. e outros - The Lower Animals, 1960
- COCHRAN, D. M. Living Amphibians of the World, 1961
- GILLIARD, E. T. Living Birds of the World, 1958
- HERALD, E. S. Living Fishes of the World, 1961
- KLOTS, A. B. and E. B. DLOTS. Living Insects of the World. 1955
- SANDERSON, I. T. Living Mammals of the World. 1955
- SCHIMIDT, K. P. and R. F. INGER. Living Reptiles of the World. 1957
- Golden Nature Series. N. York: Simon and Schuster, Inc.:
- SPRUNT, A and H. S. Zim. Gamebirds. 1961
- ZIM, H. S. and C. COTTAM. Insects. Rev. ed. 1956
- and I. N. Gabrielson. Birds. 1956
- and D. F. HOFFMEISTER. Mammals. 1955
- and H. H. SHOEMAKER. Fishes. 1957
- and H. M. SMITH. Reptiles and Amphibians. Rev. ed. 1956

APÊNDICE B

 RELAÇÃO DE MATERIAL PARA OS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO

Neste Apêndice relacionamos o equipamento necessário para os trabalhos práticos do primeiro 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 uso de uma classe e a terceira cita alguns organismos que podem ser facilmente mantidos no laboratório da escola e que serão necessários para as investigações.

Os materiais relacionados 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 acético glacial	100 ml	Inv. 1 . 5
		6 . 4
azul de bromotimol (sol.)	100 ml	Inv. 1 . 5
bálsamo do Canadá (optativo)	7 ml	Inv. 6 . 3
clorofórmio	100 ml	Inv. 3 . 1
hidróxido de sódio (sol. molar)	22 ml	Inv. 1 . 5
lugol	22 ml	Inv. 1 . 3
parafina (bloco com cerca de 10 cm x 2 cm x 2 cm)	1	Inv. 1 . 5
		6 . 1
xilol (optativo)	22 ml	Inv. 6 . 3

VIDRARIA E OUTROS MATERIAIS

agulhas de dissociação	2	uso geral
alça de inoculação	1	Inv. 6 . 3
bastão de vidro	2	uso geral
béquer de 50 ml	3	uso geral
béquer de 100 ml (optativo)	1	uso geral
béquer de 250 ml	3	uso geral
conta-gotas	3	uso geral
esquadro de madeira (60 cm x 80 cm x 100 cm) .	1	Inv. 3 . 1
estante para tubos de ensaio	1	uso geral
frascos de vidro de boca larga, com 200 ml de capacidade e tampas de polietileno	10	Inv. 1 . 5
		6 . 1
funil de vidro de 8 a 10 cm de diâmetro	1	Inv. 6 . 1
lâmina de barbear	1	Inv. 6 . 1
lâminulas	1 cx	Inv. 1 . 1
		1 . 2
		1 . 3
		2 . 2
		6 . 2
lâmpadas de 40 a 60 watts, com suporte de madeira	1	Inv. 3 . 1
lamparina a álcool	1	Inv. 1 . 5
		6 . 3
lápiz vitrográfico	1	uso geral
lupa manual	1	uso geral
martelo	1	Inv. 3 . 1
microscópio	1	Inv. 1 . 1
		1 . 2
		1 . 3
		2 . 2
		4 . 3
		5 . 1
		6 . 2
		6 . 3
		6 . 4

papel-filtro	1 cx	uso geral
papel milimetrado	1 bloco	uso geral
pinça de metal de pontas finas	2	uso geral
pincel (nº 4)	3	Inv. 1 . 2 4 . 3
pipêta de 5 ml, com graduações em décimos de milímetro	1	Inv. 2 . 2
placas de Petri	5	Inv. 1 . 4
placas de vidro (12 cm x 12 cm)	3	Inv. 6 . 2
proveta de 10 ml, com graduações em décimos de mililitro	1	Inv. 2 . 2
sacos de plástico	6	Inv. 3 . 1
termômetro (0°C a 100°C)	2	Inv. 3 . 2
tesoura (optativo)	1	Inv. 1 . 2
tubos de ensaio (150 mm x 16 mm)	6	Inv. 2 . 2
tubos de ensaio (250 mm x 20 mm)	2	Inv. 2 . 2
tubo de vidro em S (3 mm de diâmetro)	1	Inv. 6 . 1
tubo de vidro reto (3 mm de diâmetro)	1	Inv. 6 . 1
vidros de relógio (5 cm de diâmetro)	3	Inv. 4 . 3

KIT

Criando Mixomicetes	1	Inv. 6 . 4
este kit contém:		
agar-agar		
aveia		
esclerócio em papel		
papel-filtro		
placa de Petri		

II. MATERIAL PARA UMA CLASSE (MATERIAL GERAL)

DROGAS

crystal-violeta (sol.)	22 ml	Inv. 6 . 3
éter	1000 ml	Inv. 3 . 1
formol comercial	1000 ml	Inv. 3 . 1

OUTROS MATERIAIS

algodão absorvente	1 pacote	Inv. 6 . 1
aquário	1	uso geral
barbante	1 rôlo	Inv. 3 . 1
béquer de 600 ml	2	Inv. 2 . 2
béquer de 1000 ml (optativo)	2	Inv. 6 . 1
botijão de gás, com bico de Bunsen, válvulas e tubos de borracha para ligação	2	Inv. 2 . 2 6 . 1

elásticos	1 cx	uso geral
lâminas para microscópio	1 cx	Inv. 1 . 1 1 . 2 1 . 3 2 . 2 6 . 2 6 . 3
lenços de papel	1 cx	uso geral
lupa binocular (optativo)	2	Inv. 1 . 1 4 . 2 5 . 1 5 . 2 6 . 2
pá	2	Inv. 3 . 1
panela de pressão	1	Inv. 2 . 2 6 . 1
papel de alumínio	1 rôlo	Inv. 2 . 2
papel mono-log	1 bloco	Inv. 2 . 1
papel-toalha	1 rôlo	uso geral
presilha em anel	2	Inv. 3 . 1
proveta de 1000 ml	1	Inv. 2 . 2 6 . 1
quebra-luz de braço flexível	1	Inv. 3 . 1
recipientes de vidro ou de plástico transparente (250 ml e 10 cm de diâmetro)	10	Inv. 6 . 2
régua de 1,0 metro de comprimento	1	Inv. 3 . 1
suporte de base triangular com uma pinça simples	2	Inv. 3 . 1
terrário	1	uso geral
tripé para bico de Bunsen	2	Inv. 2 . 2 6 . 1

III. ORGANISMOS

camarões de água doce	Inv. 4 . 3
caramujos aquáticos, peixes ou girinos	Inv. 1 . 5
cultura de microcrustáceos	Inv. 4 . 3
cultura mista de microrganismos	Inv. 1 . 1 1 . 3
elódea	Inv. 1 . 5
hidras	Inv. 4 . 3
minhocas	Inv. 4 . 3
planárias	Inv. 4 . 3
sapos	Inv. 4 . 3
camarões conservados em formol	Inv. 4 . 3
esqueleto de sapo	Inv. 4 . 3

PREPARAÇÕES PARA MICROSCOPIA

lâmina com bactérias coradas	Inv. 6 . 2
lâmina com corte transversal de hidra	Inv. 4 . 3
lâmina com corte transversal de planária	Inv. 4 . 3
lâmina com corte transversal de minhoca	Inv. 4 . 3

9

Este livro
foi impresso em
off-set, com
fotolitos fornecidos
pela editora, na
**GRÁFICA
URUPÊS**

Rua Cadiriri, 1.161
Fones 273-4483
273-0905
Caixa Postal 30.174
São Paulo - Brasil

1972