

# Prática de Ensino de Biologia

MYRIAM KRASILCHIK **Prática de Ensino de Biologia**

Com o objetivo de formar e aperfeiçoar docentes de Biologia e Ciências, Myriam Krasilchik nos oferece esta obra que, além de ser um instrumento de consulta e estudo, serve de guia para atividades práticas e orientação do trabalho em classe.

O volume engloba informações de recentes pesquisas em literatura educacional e também de modificações curriculares e legislativas oriundas de instâncias normativas da educação nacional.

ISBN 85-314-0777-X



075 05

Colocamos à disposição do leitor produção significativa na literatura educacional contemporânea de um ponto de vista amplo e cosmopolita, apresentando várias tendências e concepções educacionais para o ensino de Biologia.

As premissas básicas das edições anteriores foram preservadas e conferem a esta obra tanto as características de um instrumento de consulta e estudo como as de guia para atividades práticas e orientação do trabalho em classe.

Tem-se como objetivo difundir a produção científica no campo de estudo das ciências, aprimorando o ensino de Biologia e fortalecendo a forma-

# Prática de Ensino de Biologia

# Prática de Ensino de Biologia

4ª €



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*Reitor* Adolpho José Melfi  
*Vice-reitor* Hélio Nogueira da Cruz



EDITORIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*Diretor-presidente* Plínio Martins Filho  
*Presidente* José Mindlin  
*Vice-presidente* Oswaldo Paulo Forattini  
Brásílio João Sallum Júnior  
Carlos Alberto Barbosa Dantas  
Franco Maria Lajolo  
Guilherme Leite da Silva Dias  
Laura de Mello e Souza  
Plínio Martins Filho  
Sílvana Biral  
Eliana Urabayashi  
Angela Maria Conceição Torres  
Marilena Vizenin

DEDALUS - Acervo - FE



20500087477



# SUMÁRIO

Origem	Edusp
Solubilidade	
Pros	
Rel	De 11.05.2004
N.º da Chamada	375.25
	k29p
	4.ed.
	e.2

Copyright © 2003 by Myriam Krasilchik

Ed., 1996: Editora Harbra Ltda.  
4ª ed., revista e ampliada, 2004 – Edusp

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Krasilchik, Myriam  
Prática de Ensino de Biologia / Myriam Krasilchik. – 4.ª ed. rev.  
npl. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

Bibliografia.  
ISBN 85-314-0777-X

1. Biologia – Estudo e ensino 2. Prática de ensino I. Título.

4787 CDD-570.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Biologia : Estudo e ensino 570.7

## PREFÁCIO

### 1. TENDÊNCIAS DO ENSINO DE BIOLOGIA NO BRASIL

1.1 Introdução

1.2 Biologia no ensino fundamental

1.3 Biologia no ensino médio

ATIVIDADES

SUGESTÕES DE PESQUISA

REFERÊNCIAS

### 2. O APRENDIZADO DE BIOLOGIA

2.1 Introdução

2.2 Comportamentalismo

2.3 Cognitivismo

2.4 Sociocultural

2.5 Construtivismo

ATIVIDADES

SUGESTÕES DE PESQUISA

REFERÊNCIAS

### 3. PLANEJAMENTO CURRICULAR

3.1 Introdução

3.2 Objetivos

3.2.1 Racionalista acadêmica

3.2.2 Desenvolvimento de processos cognitivos

3.2.3 Sociorreconstrucionista

todos reservados à

Edusp – Editora da Universidade de São Paulo  
Prof. Luciano Gualberto, Travessa J, 374  
Luaranduba – Ed. da Antiga Reitoria – Cidade Universitária  
08-900 – São Paulo – SP – Brasil  
Filiação Comercial: Tel. (0xx11) 3091-4008 / 3091-4150  
C (0xx11) 3091-2911 – Fax (0xx11) 3091-4151  
www.edusp.br/edusp – e-mail: edusp@edu.usp.br

Printed in Brazil 2004

File: a\_dados\_cip.html

3.3	Conteúdo .....	44
3.3.1	Abrangência do conteúdo .....	45
3.3.2	Seqüência .....	46
3.3.3	Relação da biologia com as outras disciplinas .....	49
	ATIVIDADES .....	50
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	53
	REFERÊNCIAS .....	53
<b>A COMUNICAÇÃO ENTRE PROFESSOR E ALUNO</b>		
4.1	Introdução .....	55
4.2	Comunicação oral .....	56
4.2.1	Incompreensão do vocabulário .....	56
4.2.2	Excesso de vocabulário técnico .....	56
4.2.3	Falta de interação professor-aluno .....	58
4.3	Informação visual .....	61
4.3.1	Recursos audiovisuais .....	63
4.4	Comunicação escrita .....	65
4.4.1	Livro didático .....	65
4.4.2	Manual de laboratório .....	67
4.4.3	Guia do professor .....	67
4.5	Utilização dos textos .....	68
	ATIVIDADES .....	70
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	75
	REFERÊNCIAS .....	75
<b>MODALIDADES DIDÁTICAS</b>		
5.1	Introdução .....	77
5.2	Aulas expositivas .....	78
5.3	Discussões .....	80
5.4	Demonstrações .....	84
5.5	Aulas práticas .....	85
5.6	Excursões .....	88
5.7	Simulações .....	90
5.8	Instrução individualizada .....	103
5.9	Projetos .....	110
	ATIVIDADES .....	112
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	120
	REFERÊNCIAS .....	120
<b>O AMBIENTE</b>		
6.1	Introdução .....	121
6.2	O laboratório de biologia .....	
6.2.1	Construção de um conjunto de salas para o ensino de biologia .....	
6.2.2	Reforma de uma sala de aula para ser usada como laboratório .....	
6.2.3	Equipamento necessário para um laboratório de biologia .....	
6.2.4	Elaboração de listas de compras de material .....	
6.3	Organização de trabalho no laboratório .....	
6.4	Segurança nas aulas práticas .....	
6.4.1	Cuidados com o manuseio de equipamentos .....	
6.4.2	Cuidados com substâncias químicas .....	
6.4.3	Cuidados no trabalho com seres vivos .....	
6.4.4	Cuidados com a realização de experimentos em casa ou em atividades fora da classe .....	
6.5	Saindo da escola .....	
	ATIVIDADES .....	
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	
	REFERÊNCIAS .....	
<b>7. AVALIAÇÃO</b>		
7.1	Introdução .....	
7.2	Avaliação .....	
7.3	Planejamento da avaliação .....	
7.4	Tipos de questões .....	
7.4.1	Questões de resposta estruturada ou objetiva .....	
7.4.2	Questões de resposta livre .....	
7.5	Provas práticas .....	
7.6	Questões que verificam diferentes tipos de conhecimentos .....	
7.7	Análise das provas .....	
7.8	Crerios para análise dos resultados das provas .....	
	ATIVIDADES .....	
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	
	REFERÊNCIAS .....	
<b>8. O PROFESSOR NA SALA DE AULA</b>		
8.1	Introdução .....	
8.2	Condições para realizar um estágio de boa qualidade .....	
8.2.1	Estabelecer relações de cooperação entre escolas de ensino médio e fundamental, e escolas de formação de professores .....	
8.2.2	Discutir e sistematizar as ocorrências dos estgios nas aulas de prática de ensino .....	
8.2.3	Estabelecer uma estreita relação entre o professor-monitor e o professor de prática de ensino .....	
8.2.4	Incluir o tempo de estágio no horário dos alunos .....	

8.3	Tipos de estágios .....	170
8.3.1	Estágios de observação .....	170
8.3.2	Estágios de participação .....	173
8.3.3	Estágios de regência .....	173
8.4	No início da carreira .....	176
8.5	Relações aluno-professor .....	178
	ATIVIDADES .....	179
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	182
	REFERÊNCIAS .....	182

## PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA

9.1	Introdução .....	183
9.2	Mudanças no sistema educacional .....	183
9.3	Mudanças necessárias .....	184
9.3.1	Enfoque naturalístico – biodiversidade .....	185
9.3.2	Biologia aplicada .....	185
9.3.3	Bioética .....	186
9.3.4	Multiculturalidade .....	187
9.4	Implicações sociais .....	188
9.5	Problemas biológicos na espécie humana .....	188
9.6	Articulação da escola-comunidade .....	189
9.6.1	Educação ambiental .....	191
9.7	O futuro .....	192
	ATIVIDADES .....	194
	SUGESTÕES DE PESQUISA .....	194
	REFERÊNCIAS .....	194

DICE REMISSIVO .....	195
----------------------	-----

## PREFÁCIO

O contínuo uso deste livro demonstrado por professores e instituições formadoras de docentes, sua inclusão em bibliografias de ingresso ao magistério, bem como a expansão e o aprofundamento dos estudos e pesquisas sobre o ensino de biologia, nortearam os trabalhos de revisão e atualização desta 4.ª edição.

A revisão inclui informações de recentes pesquisas em literatura educacional: modificações curriculares e de legislação oriundas de instâncias normativas da educação nacional.

Nessa atualização procurei colocar à disposição do leitor o que há de mais significativo na literatura educacional contemporânea, no âmbito da biologia, de um ponto de vista amplo e cosmopolita, evitando influências enviesadas por uma única tendência em certos meios educacionais. Muitos exercícios foram substituídos para adequá-los à evolução da ciência e às novas demandas curriculares, que incluem questões de metodologia da ciência, tecnologia e sociedade, multiculturalismo e melhoria da qualidade de vida.

Preservamos, aqui, as premissas básicas contidas nas edições anteriores do livro, que lhe conferem tanto as características de um instrumento de consulta e estudo como as de guia para atividades práticas e orientação do trabalho em classe.

Espero que esta edição sirva para difundir a produção científica no campo das ciências, aprimorando o ensino de biologia e da formação e aperfeiçoamento dos docentes.

Desejo agradecer, finalmente, à Editora da Universidade de São Paulo pela apresentação gráfica do livro tornando mais agradável a leitura do texto.

# 1. TENDÊNCIAS DO ENSINO DE BIOLOGIA NO BRASIL

## 1.1 INTRODUÇÃO

No estágio atual do ensino brasileiro, a configuração do currículo escola-ensinos médio e fundamental deve ser objeto de intensos debates, para que a escola desempenhar adequadamente seu papel na formação de cidadãos. Como parte desse processo, a biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, ou uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito.

Admite-se que a formação biológica contribua para que cada indivíduo se paz de compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim, o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leve em consideração o papel do homem na biosfera.

O significado da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea merece atenção especial do professor de biologia, para que se evite tanto posturas de respeito excessivo quanto uma atitude de desconfiança que atribui aos cientistas muitos problemas da humanidade.

Um conceito cada vez mais presente nas discussões dos educadores é o da "alfabetização biológica", referindo-se a um processo contínuo de construção de conhecimentos necessários a todos os indivíduos que convivem nas sociedades contemporâneas (Biological Science Curriculum Study, 1993).



formativo, relacionado com o desenvolvimento do educando; valor cultural, considerado na contribuição para os grupos sociais (de que o aluno fazia parte); valor prático, erindo-se à aplicação de conhecimentos e objetivos utilitários.

A estruturação do programa de história natural, então em vigor nas escolas brasileiras, refletia claramente a grande influência exercida pelo ensino europeu, tanto por meio dos livros que aqui eram usados como pelos professores estrangeiros que vieram trabalhar nas escolas superiores brasileiras, notadamente na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. A tendência do ensino nesse período era de tratar assuntos considerando os vários grupos de organismos separadamente e suas relações genéticas. As aulas práticas tinham como meta principal ilustrar as aulas teóricas.

Na década de 1960 a situação se modificou por ação de três grupos de fatores: o progresso da biologia, a constatação internacional e nacional da importância do ensino das ciências como fator de desenvolvimento, e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 20 de dezembro de 1961, que descentralizou as decisões curriculares, até então de responsabilidade da administração federal.

A explosão do conhecimento biológico provocou uma transformação na tradição da divisão, botânica e zoologia, passando do estudo das diferenças para a análise de fenômenos comuns a todos os seres vivos. Essa análise, feita em todos os níveis de organização, da molécula à comunidade, teve como consequência incluir nos currículos es-areas um novo e amplo espectro de assuntos, indo da ecologia e genética de populações a genética molecular e a bioquímica.

Paralelamente à evolução da ciência, eclodiram no Brasil e nos Estados Unidos movimentos destinados a melhorar o ensino das ciências, incluindo entre elas a biologia. Embora os processos brasileiros e americanos tivessem origens independentes, tinham também muitas semelhanças. Eram liderados por cientistas preocupados com a formação de jovens que entravam nas universidades, das quais emergiriam os futuros cientistas. Na época, admitia-se que era urgente dar a esses jovens um ensino mais atualizado e mais eficiente. No Brasil, o trabalho em prol da melhoria do ensino de ciências foi iniciada por um grupo de professores da Universidade de São Paulo, concentrados no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC). Em 1965, o movimento se difundiu em vários centros de ciências organizados pelo Ministério da Educação, em seis estados: Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Pernambuco. Posteriormente, foram organizados grupos preocupados com o ensino de Ciências em várias universidades, e hoje há vários projetos em andamento no país.

Nos Estados Unidos, o *Biological Science Curriculum Studies* (BSCS), instituído e destinado ao desenvolvimento de programas educacionais nas ciências biológicas, foi criado no fim da década de 1950 por iniciativa do *American Institute of Biological Sciences*, organização que congregava os biólogos americanos. Como parte do seu plano de ação decidiram elaborar projetos de ensino de biologia para a escola média, cujo objetivo era o de atualizar o ensino, enfatizando os seguintes temas gerais (Grobman, 1959):

- evolução dos seres vivos através do tempo;
- diversidade dos tipos e padrões dos seres vivos;
- continuidade genética da vida;
- relação e complementação entre o indivíduo e o meio;
- raízes biológicas do comportamento;
- relação entre estrutura e função;
- mecanismos de regulação e homeostase;
- a ciência como investigação;
- história dos conceitos biológicos.

O movimento internacional de melhoria do ensino de biologia teve no BSCS o primeiro grande grupo institucionalizado, cujos trabalhos foram adaptados ou deram origem a novos projetos em vários países. Por exemplo, a fundação *Nuffield* (Nuffield, 1961) na Inglaterra, seguindo o exemplo do BSCS, patrocinou projetos de ensino de biologia em cursos de dois níveis. O primeiro nível, o chamado “nível comum”, tinha os objetivos:

[...] fornecer uma visão atualizada do conteúdo; levar a uma compreensão do homem e do ser vivo e do seu papel na natureza; procurar dar uma visão da variedade da vida e semelhanças entre os seres vivos; ensinar a arte de planejar investigações científicas e formular questões e organizar experiências (entender particularmente o uso de controle); desenvolver um espírito de crítica às evidências; considerar a Biologia como parte do desenvolvimento da humanidade.

No segundo nível, para os alunos dos cursos mais adiantados das escolas in-suas, a fundação *Nuffield* elaborou outro projeto com os seguintes objetivos:

[...] desenvolver nos estudantes as habilidades práticas e intelectuais necessárias à con-ensino das ciências biológicas; apresentar aos alunos o conhecimento biológico através de investigação de seres vivos e do estudo do trabalho dos cientistas (neste processo, o-estudantes consideraram o trabalho de investigação e as implicações da biologia para a so-idade); desenvolver nos jovens a capacidade para empreender estudo independente e se- tudo dar a eles os meios para fazerem uma avaliação crítica dos dados e dos fatos, em l- de simplesmente os memorizar.

O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC), que em 1965 se dedicava à preparação de materiais para o ensino prático de biologia, optou por at- tar também dois dos projetos do BSCS, ambos destinados às escolas de ensino mé- Inicialmente foi feita a adaptação da chamada “Versão Azul”, que analisava os pro- s biológicos a partir do nível molecular, e, em seguida, a chamada “Versão Verde”, que centralizava sua análise no nível de população e comunidade. Esses projetos tiveram ampla difusão e influenciaram profundamente o ensino atual de biologia.

Embora haja pequenas diferenças entre os vários conjuntos de objetivos de- volvidos pelos projetos curriculares, suas diretrizes gerais podem assim ser resumi- fazer com que os alunos citados possam adquirir conhecimentos atualizados e repre- tativos do desenvolvimento das ciências biológicas e vivenciar o processo científico.



Em relação a esses objetivos, podemos afirmar que nas escolas de ensino médio, isto como ocorre nas escolas de ensino fundamental, embora tenha havido uma nítida mudança nos tópicos que fazem parte dos programas, o mesmo não ocorreu de forma a proporcionar aos alunos a oportunidade de participar no processo de pesquisa científica.

Mesmo com variações, o ensino médio ainda é feito de forma descritiva, com pouco de terminologia sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas. Contribui bastante para reforçar um ensino teórico, enciclopédico, que estimula a passividade, o exame vestibular que exige conhecimentos fragmentários e irrelevantes.

De acordo com Castro (1979), “analisando-se dados colhidos em pesquisas de campo pode-se obter uma imagem da distância que separa as várias formulações por um ensino menos livre de Ciências e a metodologia da ação didática adotada pelo professor em classe”.

Na década de 1970, o projeto nacional da ditadura militar que estava no poder era de modernizar e desenvolver o país. O ensino de ciências era considerado importante e imponente para a preparação de um corpo qualificado de trabalhadores, conforme foi estipulado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, promulgada em 1971. Esse período foi caracterizado por uma série de fatores contraditórios, pois, ao mesmo tempo em que o texto legal valorizava as disciplinas científicas, na prática elas eram profundamente prejudicadas pelo avanço do currículo por disciplinas que pretendiam ligar o aluno ao mundo do trabalho (como zootecnia, agricultura, técnica de laboratório), sem que os estudantes tivessem base para aproveitá-las. A formação básica foi danificada sem que houvesse um correspondente benefício para a profissionalização (Krasilchik, 1987). Essa situação começou a mudar quando, no fim da década de 1970, movimentos populares exigiram a democratização do país, e a crise econômica e social passou a afetar grande parte dos países do Terceiro Mundo.

Era preciso garantir recursos humanos para enfrentar uma nova guerra: a *Guerra Tecnológica*. No âmbito de certos países, como os EUA, essa foi a chamada “década e relatórios” que, em muitos casos, chegaram a óbvias conclusões sobre a necessidade de reformular o sistema educacional, levando as escolas tanto a fornecer conhecimentos básicos ao cidadão como a permitir a formação de uma elite para enfrentar os desafios do desenvolvimento (Bybee, 1992).

Nessa época, na maioria das vezes, as propostas para o ensino de ciências eram agrupadas em títulos, como “Educação em Ciência para a Cidadania” ou “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, devendo facilitar a mobilidade social do indivíduo e contribuir para o desenvolvimento do país (Hurd, 1986).

No entanto, em algumas pesquisas verificou-se não haver congruência entre as propostas apresentadas em cursos de atualização para professores (que versavam sobre formas de apresentar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade) e o seu resultado em classe, em consequência de dificuldades e de poderosos mecanismos de resistência para provocar mudanças profundas.

O compromisso de cumprir planejamentos foi, então, invocado, tornando crucial fazer com que o *aluno*, mais que o programa, passasse a ser o centro das preocupações do professor (Trivellato, 1993).

Nas salas de aula, a crise econômica e a massificação do ensino provocaram aviltamento das condições de trabalho do professor. A população escolar passou também por profundas mudanças: de uma composição majoritária de crianças e jovens, predomina a freqüentar cursos universitários, ela passou a ser formada também por jovens bachalares, muitos deles alunos de cursos noturnos.

Nesse período, vários projetos nacionais de ensino, incluindo uma extensa idade que ia desde livros para o mero repasse de informações até currículos oriundos de estreito relacionamento com a comunidade, foram preparados abrangendo uma ampla gama de concepções sobre o ensino de biologia (Krasilchik, 1995).

Com relação ao início da década de 1990, os programas predominantes de biologia do ensino médio da escola brasileira estão discriminados abaixo:

#### 1.ª série

- a origem da vida;
  - características dos seres vivos;
  - citologia – estrutura;
  - metabolismo;
  - teoria celular – histórico;
  - histologia – animal e vegetal.
- #### 2.ª série
- taxonomia;
  - critérios de classificação;
  - morfologia animal;
  - morfologia vegetal;
  - embriologia;
  - reprodução e desenvolvimento humano;
  - genética mendeliana;
  - genética de populações;
  - evolução – teorias, mecanismos.

#### 3.ª série

- ecologia;
- populações;
- relações ecológicas;
- regiões ecológicas;
- o homem e o ambiente.

Verifica-se assim a manutenção da tendência *descritiva*, já identificada em pesquisas anteriores. Isso é evidenciado quando se nota que o assunto “estrutura celular predominante, aparecendo em 96%, e o estudo do “metabolismo celular”, em cerca de 60% das propostas curriculares.

A diversidade dos seres vivos aparece nas descrições morfológicas dos vários grupos, sem que se estabeleçam relações entre eles. A análise diversificada e as tentativas de construir sistemas abrangentes, que são bases essenciais para a compreensão do conhecimento científico, aparecem raramente.

A forma de apresentação dos grupos é muito variada. Em alguns casos trata-se de funções considerando-se os processos comuns a animais e vegetais. Em outros é feita a divisão tradicional entre botânica e zoologia, descrevendo-se mais ou menos detalhadamente cada grupo.

O conceito de biologia como ciência só aparece em 50% dos programas. A relação entre ciência, tecnologia e sociedade aparece ainda menos, indicando a falta de análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, tão presente por sua importância nos currículos das disciplinas científicas.

Uma tendência internacional é a de estabelecer currículos nacionais, mesmo em países como os Estados Unidos e a Inglaterra, onde tradicionalmente as decisões eram descentralizadas, com a justificativa de permitir que esses currículos sejam cotejados com critérios de qualidade e propriedade amplamente usados.

O exame das propostas curriculares aponta tanto para uma base comum nacional, em termos de conteúdo, não indicando marcantes diferenças regionais, assim como para a inexistência de grandes discrepâncias entre os programas das escolas de ensino médio nos programas para os exames vestibulares. Quando se faz a comparação entre os dois conjuntos de documentos de uma mesma região, verifica-se a concordância de tópicos e de sua importância, o que mostra a influência dos livros didáticos adotados localmente.

No final dos anos de 1990, o Ministério da Educação produziu e difundiu parâmetros curriculares nacionais para o ensino fundamental considerando que o “papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, tornando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (PCN, 2001, p. 15).

A divulgação desse documento evidencia um esforço reiterado de implantar um currículo nacional, embora haja ressalvas informando que não é um “modelo curricular homogêneo e impositivo”.

No âmbito do ensino de ciências, em geral, e biologia, em particular, pretende-se enfatizar, nos temas comumente incluídos (ambiente, ser humano e saúde), aspectos racionais e do cotidiano dos alunos. Alguns desses tópicos são retomados nos chamados “temas transversais” — que, segundo os PCN, “as disciplinas convencionais não suprem totalmente no sentido de discutir questões sociais e valores para o pleno exercício da cidadania”.

Os temas transversais escolhidos foram: ética, pluralidade cultural, meio ambiente, saúde, orientação sexual, muitos dos quais são normalmente discutidos pelos professores de ciências.

No ensino médio, os PCN têm o “duplo papel de difundir os princípios da reformulação curricular e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (PCN, 1999, p. 13).

Os tópicos de biologia são incluídos em um conjunto denominado “Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” e pretende-se desenvolver competências e habilidades resumidas na tabela seguinte:

## Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia (PCN, 1999, p. 227)

### Representação e comunicação

- Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.
- Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.
- Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.
- Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.
- Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.
- Expressar dúvidas, idéias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.

### Investigação e compreensão

- Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.
- Utilizar critérios científicos para realizar classificações de animais, vegetais etc.
- Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.
- Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.
- Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados.
- Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia.
- Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizagem (existencial ou escolar).
- Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).

### Contextualização sociocultural

- Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico-fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.
- Identificar a interferência de aspectos místicos e culturais nos conhecimentos do senso comum relacionados a aspectos biológicos.
- Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
- Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
- Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

Na década de 1990, os documentos oficiais dividem o que se pretende dos alunos em duas categorias difíceis de serem definidas e diferenciadas: competências e habilidades. Embora não haja um sentido consensual para as expressões, considera-se que competências são, de forma geral, ações e operações da inteligência, as quais usamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas. As habilidades decorrentes das competências adquiridas e confluem para o *saber fazer*. Essas habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se por meio das ações desenvolvidas, possibilitando a reorganização das competências.

O impacto dos PCN foi relevante no currículo teórico elaborado por entidades oficiais e autores de livros, entre outros. O reflexo em sala de aula ainda está por ser avaliado, embora dados preliminares indiquem que os professores criticam tanto a tentativa de homogeneização, como o seu distanciamento das discussões da elaboração do material e de um projeto amplo que envolva todas as ações da escola.

Vimos que a biologia, como é apresentada nas escolas de ensino médio e fundamental, ainda hoje reflete o momento histórico do grande desenvolvimento científico das décadas de 1950 e 1960, da esperança depositada na ciência para a solução dos problemas da humanidade e, paradoxalmente, dos problemas decorrentes do uso da ciência e a tecnologia. No entanto, a partir dos anos de 1970, eclodiram enormes problemas sociais demonstrando que, pelo menos em parte, essas esperanças eram infundadas e produziam mudanças de documentos legais, embora o ensino nas classes pouco tenha mudado.

Muitos educadores, diante desse novo quadro, admitem que a biologia, além das funções que já desempenha no currículo escolar, deve passar a ter outra, preparando os jovens para enfrentar e resolver problemas, alguns dos quais com nítidos componentes biológicos, como o aumento da produtividade agrícola, a preservação do ambiente, a violência etc. De acordo com essa concepção, os objetivos do ensino de biologia são: aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e analisar as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Para tanto, várias dimensões devem ser consideradas no tratamento dos vários tópicos:

- ambiental – motivando o aluno a analisar o impacto da atividade humana no meio ambiente e a buscar soluções para os problemas decorrentes;
- filosófica, cultural e histórica – levando o estudante a compreender o papel da ciência na evolução da humanidade e sua relação com a religião, a economia, a tecnologia, entre outras.

As visões de mundo relacionadas ao papel da espécie humana no conjunto da biodiversidade e o conceito de evolução resultaram em modificações fundamentais na forma de pensar da humanidade e não podem ser desconhecidas dos alunos:

- médica – a prevenção e cura de doenças e a compreensão de conceitos biológicos básicos estão estreitamente relacionados.

Recentes descobertas em medicina e em genética humana são excelentes possibilidades de vincular aspectos científicos à vida dos alunos.

- ética – a presença crescente de problemas individuais e sociais e a sua divulgação pelos meios de comunicação de massa tornam essencial que os alunos possam justificar e defender posições em relação a tópicos como aborto, eutanásia, biodiversidade e relações internacionais, propriedade das descobertas científicas, por exemplo.

Precisam também compreender, analisar e discutir a informação científica produzida com base num conjunto de princípios éticos e morais, individual e socialmente construídos.

A adoção desse conjunto de objetivos determina que novos assuntos devam fazer parte dos programas, incluindo não só aspectos de ciência pura, como também aqueles que tratam da aplicação da ciência para a solução de problemas concretos. Por exemplo, o estudo da fisiologia passa a ter importância como subsídio para análise dos fenômenos biosociais e da biotecnologia. A análise da história da biologia permitirá aos jovens entender a evolução de ideias e da metodologia científica em diferentes contextos.

O tratamento de novos temas exigirá do professor uma relação estreita com a comunidade, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não alienem os alunos do ambiente cultural onde vivem, mas que, ao contrário, permitam-lhes entender e analisá-lo, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de sua comunidade.

Tradicionalmente, as escolas brasileiras são instituições com pequena ligação com o resto da comunidade, logo a nova visão do ensino de Biologia deverá incluir, necessariamente, uma maior comunicação entre essas escolas e comunidade, envolvendo alunos na discussão de problemas que estejam vivendo e que fazem parte de sua própria realidade.

## Atividades

1. Agora que você analisou algumas das possíveis posições com relação à situação da biologia no currículo escolar, qual é a sua posição sobre o assunto?
2. Analise a proposta curricular que vigora em seu sistema escolar. Que posição ela reflete? Como explica a postura adotada pelo documento oficial que vigora em seu estado?
3. Deve haver diferenças nos cursos de biologia do ensino médio das áreas “humanas”, “exatas” e “biológicas”? Quais?

## 2. O APRENDIZADO DE BIOLOGIA

### Indicações de Pesquisa

1. Identificar novos tópicos que deveriam fazer parte do currículo de biologia.
2. Analisar a evolução da disciplina ciências e biologia nas escolas brasileiras.

### Referências

- LOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY (BSCS). *Developing Biological Literacy*. Colorado, Innovative Science Education, 1993.
- REE, R. W. *Teaching Biology in US High Schools in Perspectives on Reform*. USA, BSCS, 1992 (Mimeografado).
- ASTRO, C. & MAGALHÃES, M. A. B. *Novas Tecnologias para o Ensino das Ciências*. Brasil, MEC, 1979, p. 27.
- REITAS, O. M. *Didática da História Natural*. Brasil, MEC, s.d., pp. 19-22.
- ROBMAN, A. "The Changing Classroom". In: *The Role of the Biological Sciences Curriculum Study*. USA, Doubleday, 1969, p. 76.
- URD, P. A. *Rationale for a Science, Technology and Society Theme Education*. USA, National Science Teachers Association Yearbook, 1986, pp. 94-100.
- RASILCHIK, M. *O Professor e o Currículo das Ciências*. São Paulo, EPU/Edusp, 1987.
- \_\_\_\_\_. "The Ecology of Science Education: Brazil 1950-90". *International Journal of Science Education*, UK, 1995, vol.17, n. 4, pp. 413-423.
- JUFFIELD, F. *Biology - Teachers' Guide*. UK, Longmans Green, 1966, pp. IX-X.
- \_\_\_\_\_. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN). Brasília. *Ciências Naturais*, 2001, p. 15.
- \_\_\_\_\_. Brasília. *Ensino Médio*, 1999, p. 13.
- \_\_\_\_\_. Brasília. *Ensino Médio*, 1999, p. 227.
- RIVELATO, S. F. *Ciência/Tecnologia/Sociedade - Mudanças Curriculares e Formação de Professores*. São Paulo, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese mimeografada).

- Como os alunos melhor aprendem Biologia?
- Todos os alunos aprendem da mesma forma?
- Como motivar os alunos a estudar e a aprender?
- Algumas dificuldades dos alunos no aprendizado de Ciências.

### 2.1 INTRODUÇÃO

Educadores, psicólogos, cientistas vêm há muito tempo tentando explicar o transcurso do aprendizado das ciências, construindo diferentes teorias que, uma vez adotadas, podem fundamentar o trabalho do professor na sala de aula.

Essas teorias se baseiam em observações e em experiências que visam buscar mentos, com o objetivo de prever o comportamento dos estudantes e assim orientar vidas docentes. Como em qualquer campo, há controvérsias sobre as diferentes teorias que admitem várias concepções de aprendizado.

Na literatura sobre o assunto, são reconhecidas algumas tendências que influíram profundamente nos processos educacionais nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1980: o comportamentalista ou behaviorista, cognitivista, construtivista e sócio-cultural.

### 2.2 COMPORTAMENTALISMO

Nas décadas de 1950 a 1970 as teorias baseadas no condicionamento tiveram grande impacto na educação, principalmente por intermédio das idéias do condicionamento operante. Essas idéias admitiam que as consequências agradáveis de um evento

*microscópio* ou *preparar uma lâmina*. Embora exijam o desenvolvimento de certas habilidades, essas habilidades têm também componentes intelectuais, o que dificulta a classificação como objetivo cognitivo ou psicomotor. No entanto, apesar das restrições a utilização de algum sistema de classificação pode ajudar os docentes a decidir, com maior clareza, o que realmente pretendem dos alunos.

A apresentação dos objetivos, por sua vez, também tem sido objeto de trabalhos que estabeleceram normas para sua especificação, as quais em nossa analogia poderão ser comparadas às regras de nomenclatura biológica. O mais famoso e controvertido desses trabalhos foi o de R. Mager (1962), que estabelece que um objetivo educacional, para estar claramente proposto, deve apresentar os seguintes requisitos:

- ser expresso em verbos comportamentais, ou seja, de forma que se identifique a ação que o aluno executará;
- especificar as condições em que esse comportamento deverá ser demonstrado;
- estabelecer o critério de avaliação, ou seja, o rendimento mínimo aceitável.

De acordo com essas normas, por exemplo, um objetivo satisfatoriamente elaborado estabeleceria que: "o aluno deverá preparar uma lâmina de epiderme vegetal e identificar no tecido dois tipos de células". Aparentemente, o objetivo está claramente formulado, mas para evitar ambigüidade, seria necessário explicitar como fazer a identificação, quais as células a identificar etc., o que ilustra a dificuldade de se estipular de antemão o que se espera do aluno sem cair num detalhamento inútil de aspectos banais do ensino.

A tarefa de preparação de objetivos educacionais dos cursos, obrigatória durante a fase de planejamento em certas escolas, foi reduzida a um formalismo sem nenhum resultado efetivo, demonstrando que o próprio sistema desenvolveu um processo hostil ao ajustamento diante de uma exigência exagerada e sem significado. Fatos semelhantes ocorrem nas reuniões de professores, quando os docentes consultam listas de *verbos comportamentais* que fazem parte dos *bancos de objetivos*, dentre as quais esboçam os que mais lhes agradam para redigir documentos que satisfaçam demandas da burocracia. No entanto, se é justa a crítica ao entusiasmo pelos objetivos, da forma como são defendidos por grupos profundamente influenciados por uma escola psicologicamente comportamentalista, é também necessário que os professores reflitam sobre o que realmente pretendem de seus cursos e que comuniquem o resultado dessas reflexões aos elementos envolvidos no processo.

Ainda em relação à análise dos aspectos positivos e negativos de elaboração de objetivos educacionais, muitos contrapõem às vantagens da clareza a consequente limitação do aprendizado dos alunos que, tendo conhecimento do que deles se preferiria restringir-se a tentar atingir os objetivos propostos pelo professor.

Melton (1978), fazendo uma revisão dos resultados de pesquisas sobre o assunto, chegou a algumas conclusões:

funcionavam como "reforçadoras" e as desagradáveis como "aversivas". O comportamento humano seria modelado por procedimentos de controle, recompensa e punição, e avaliado por conhecimentos, atitudes e habilidades observáveis e mensuráveis.

O professor planejava suas atividades de forma a obter o controle de aprendizado dos alunos, modificando, eliminando ou introduzindo comportamentos.

Nas décadas em que as idéias comportamentalistas de aprendizagem tiveram preponderância, desenvolveu-se bastante a tecnologia educacional apoiada nas máquinas de ensino e na instrução programada. Uma das características dessa tendência no ensino de ciências foi a ênfase na necessidade de estabelecer objetivos educacionais.

A bibliografia educacional das décadas de 1960 e 1970 inclui abundante análise sobre os tipos de objetivos e as diferentes maneiras adotadas para sua formulação, o que equivale, nas ciências biológicas, a uma discussão sobre taxionomia. Há também vários estudos sobre a forma de propor as metas dos sistemas escolares, dos estabelecimentos de ensino e dos professores, correspondendo a uma análise da nomenclatura biológica. A busca de rigor para apresentar os objetivos de um curso resultou de um conjunto de fatores, dentre os quais prepondera uma visão comportamentalista do ensino e o consequente desenvolvimento da tecnologia educacional.

No início desse processo foram estabelecidos vários critérios de classificação dos objetivos. Das classificações propostas, a que teve maior divulgação é a conhecida como Taxionomia dos Objetivos Educacionais, organizada pelo psicólogo B. Bloom e seus colaboradores (Bloom, 1956).

O sistema de classificação por eles elaborado divide os objetivos educacionais em três grandes categorias: cognitivos ou intelectuais, afetivos ou emocionais e psicomotores ou habilidades.

Após cinquenta anos da elaboração da Taxionomia, a construção de um acervo de dados sobre aprendizagem e ensino indicou a necessidade de revisão do material original. Algumas das mudanças aperfeiçoaram a classificação de objetivos e deram melhor orientação aos planejadores de cursos. Os objetivos nessa nova versão estão dispostos em uma tabela bidimensional na qual em uma dimensão encontra-se o processo cognitivo e outra dimensão do conhecimento.

Na dimensão do processo cognitivo os objetivos são expressos em verbos numa escala ascendente de complexidade. Além disso a ordem sofreu uma modificação passível de ser: lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. O verbo criar substituiu o intetizar significando organizar elementos de novas formas de acordo com a concepção do aluno.

Na dimensão do conhecimento as categorias são: fatos, conceitos, procedimentos e meta cognitivos. A introdução dessa última categoria indica a necessidade do aluno analisar a forma como aprende.

Todos os sistemas de classificação de objetivos educacionais apresentam sérias imitações, que são análogas às das classificações biológicas feitas artificialmente, sem base no conhecimento da filogênese dos vários grupos de organismos. Verifica-se a dificuldade de demarcar e separar as diversas categorias, assim como a imperfeição das hierarquias dos processos que sistematizam. Vejamos, por exemplo, os objetivos *usar o*

Bruner produziu um projeto (*Man, a Course of Study – MACOS*) de ciências para os alunos de 8 a 13 anos. Focaliza a natureza do homem como espécie e papel na humanidade (Kelly, 1980).

O projeto enfatiza processos para os alunos desenvolverem a capacidade de métodos de pesquisa e observação. Mas admite que não sendo possível prever o crescimento das crianças, também não é possível preestabelecer objetivos.

Esse projeto foi duramente criticado por destacar o relativismo cultural em li de apresentar fatos. Como parte da discordância da linha do projeto, discutiu-se também nos EUA a propriedade da censura e o papel do Estado na produção de material didático.

No Brasil a obra de Bruner teve importância relativa. Já os trabalhos de Piaget tanto aqui, como nos Estados Unidos foram muito mais influentes. Lá os interessados projetos de ensino de ciências promoveram nos anos de 1960 conferências denominadas “Piaget Rediscovered”, introduzindo as idéias desse importante cientista no meio educacional americano. Tais idéias são tão importantes e significativas que até hoje fundam muitas das discussões sobre o ensino de ciências.

Além das idéias sobre a psicogênese dos conceitos, Piaget revolucionou a metodologia da pesquisa usando, em lugar de grandes amostras, entrevistas e testes com os observados individualmente, modalidade do chamado método clínico (Ripple, 19). Considera também o aprendizado um processo ativo em que as estruturas cognitivas surgem da interação dinâmica entre o organismo e o ambiente por processos denominados assimilação, equilíbrio e auto-regulação.

Admite ainda que os fatores que influem no desenvolvimento de estruturas naturais e na maturação do ser humano são as relações com o ambiente e com o meio social.

Por meio de entrevistas e para verificar em que fase se encontram em relação ao conceito de conservação, foram preparadas provas em que os alunos deveriam realizar certas tarefas como, por exemplo: o professor apresenta duas esferas de massinha modelar e, em seguida, faz, com uma delas, um cilindro longo e pede ao estudante que identifique aquela que tem mais massa.

Piaget identificou quatro estágios de desenvolvimento:

1. *Sensório-motor* – desde o nascimento até cerca de dois anos. Período verbal caracterizado por atos reflexos, exploração com os sentidos, imitação e permanência dos objetos, o que significa que a criança esquece do objeto quando este é removido de sua presença.
2. *Pré-operacional* – dos 3 anos até cerca de 7-8 anos. A criança é egocêntrica nessa fase ocorre o desenvolvimento da linguagem. Nessa fase ela já é capaz de representar mentalmente e simbolicamente objetos, mesmo na sua ausência, e classificá-los com base em uma característica. Desenvolve também capacidade de lidar com novos objetos e eventos.
3. *Concreto-operacional* – idade 7-12 anos. Nesta etapa alunos ordenam, classificam, estabelecem relações causais e espaço-temporais. Realizam operações lógicas com objetos concretos; portanto, a manipulação é muito importante tendo consequências claras para o ensino de Ciências. Também a capacidade

- a apresentação de objetivos não tem efeito quando estes são muito gerais ou ambíguos ou extremamente fáceis ou difíceis;
- para os alunos responsáveis é indiferente conhecer ou não os objetivos do curso;
- quando os objetivos são dados antes da instrução, servem como estímulo ao estudo do assunto em pauta, mas há diminuição do aprendizado incidental não previsto originalmente.

Nesse sentido, o autor pondera que a comunicação dos objetivos após a instrução aumentará o aprendizado de forma geral, o que inclui a consecução tanto de objetivos previstos – aprendizado relevante – como de não previstos – aprendizado incidental. Inclui-se que uma das razões para a grande propagação das propostas no sentido de abordar objetivos educacionais em termos precisos derivou da necessidade de se especificarem intenções dos educadores, e o fracasso dessas propostas resultou muito mais das limitações como instrumentos para transmitir as idéias dos autores dos currículos do que das suas implicações ideológicas, das quais nem sempre os professores estão conscientes.

### 3. COGNITIVISMO

Este termo engloba teorias que dão ênfase aos processos mentais dificilmente observáveis, enfatizando a possibilidade de o aluno adquirir e organizar informações. O conhecimento seria o produto da interação do homem com o seu mundo (Hassard, 1992).

Como influências cognitivistas preponderantes no ensino de ciências devem ser mencionados o psicólogo norte-americano Jerome Bruner (1963) e o biólogo que formou escola na Suíça, Jean Piaget, devido ao interesse de ambos para que os alunos lidassem com objetos e realizassem experiências para melhor aprender.

A influência de Bruner resultou do seu trabalho com os autores dos projetos curriculares da década de 1960, defendendo as idéias de que o estudante é um solucionador de problemas e aprende pela descoberta. Foi um dos que valorizaram o desenvolvimento de habilidades intelectuais, colocando o aluno face às chamadas “situações desafiadoras”, que provocariam a necessidade de solução. Sua teoria enfatiza o papel da curiosidade e a possibilidade de aceitar várias formas de resolver as questões propostas. Ao analisar essas soluções, o professor deve dar informações aos estudantes sobre sua precisão das mesmas como fonte de motivação.

Considerou ainda que cada tópico deve ser estruturado de forma a ser entendido pelos alunos. Admite que toda idéia ou campo de conhecimento pode ser apresentado para que qualquer estudante possa entender. Portanto, a apresentação e instrução deve ser planejada para auxiliar o aluno a compreender, transformar e transferir aquilo que foi aprendido. A seguir, elaborou a concepção de currículo em espiral, em que as mesmas idéias reaparecem com complexidade crescente nos vários níveis de ensino. É importante adquirir e desenvolver certas habilidades de elementos estruturados. Assim, a criança primeiro conhece o mundo pela ação, depois por imagens e representações simbólicas, principalmente pela linguagem.



de classificar é um pré-requisito para o desenvolvimento de conceitos como planta, folha, raiz, fruto etc. Por exemplo, no início da fase, apenas folhas caracterizam plantas, mas à medida que as experiências aumentam, partes como raízes e frutos são incluídas na categoria geral (Osborne, 1985).

4. *Operatório-formal* – crianças acima de 14 anos. Os estudantes são capazes de analisar desde situações concretas até hipotéticas. Desenvolvem raciocínio proporcional, probabilístico, correlacional e controle de variáveis.

É importante lembrar que essas fases não são estanques e que vão ocorrendo modificações ao longo de cada uma delas. As idades mencionadas valem para os casos gerais, dependendo, no entanto, de diferenças individuais.

O processo do ensino, em geral, e de ciências e biologia, em particular, devem ser adaptados à maneira como o raciocínio se desenvolve, enfatizando-se o aprendizado ativo por meio do envolvimento dos estudantes em atividades de descoberta. O professor é transmissor de informações, mas um orientador de experiências, em quem os alunos buscam conhecimento pela ação e não apenas pela linguagem escrita ou falada. Essas, embora expressem pensamentos, não substituem a experiência ativa e pessoal.

Nessas atividades, a interação social entre os alunos é um fator importante para ovocar discussões e dúvidas que ajudem a resolver problemas e a esclarecer questões.

Um exemplo da influência piagetiana é o projeto desenvolvido em 1972 na Inglaterra (*Science* 5-13), baseado na existência de estágios de desenvolvimento, apresentados nos trabalhos piagetianos. Ao mesmo tempo o projeto definia claramente seus objetivos para ajudar o professor a seqüenciar as atividades de acordo com os estágios de desenvolvimento, de modo a diminuir a imprevisibilidade decorrente do envolvimento vivo dos alunos, combinando, assim, idéias de várias tendências.

#### 4. SOCIOCULTURAL

Uma importante contribuição à concepção de aprendizagem foi a do pesquisador russo Vygotsky, que enfatizou a importância sociocultural no processo de aprendizagem a criança. Seus estudos foram fundamentados na observação das crianças no seu dia-a-dia, incluindo a escola e a família. Segundo Vygotsky, a relação com os mais velhos é uma poderosa força no desenvolvimento mental da criança. O professor teria a função de planejar instâncias que permitissem aos estudantes ir alcançando níveis mais elevados de conhecimento e procedimento, dando-lhes tarefas cada vez mais complexas provendo o suporte e apoio necessários para que o aluno consiga realizá-las com o auxílio também dos colegas e companheiros. Por meio de diálogos entre pessoas e, mais enfaticamente, graças ao papel do professor, os jovens passam a conhecer o mundo simbólico. Assim, no ensino de ciências é importante não só o contato com os objetos mas também com os esquemas conceituais vigentes, que lhe são apresentados pelo representante dessa ciência que com ele interage: o professor.

A escola, enquanto agência explicitamente encarregada de promover o aprendizado de crianças e jovens das sociedades letradas, tem um papel essencial na promoção do desenvolvimento psicológico dos alunos [...]. A intervenção deliberada dos membros mais maduros da cultura no aprendizado das crianças é essencial a seu processo de desenvolvimento. A intervenção pedagógica do professor tem, pois, um papel central na trajetória dos indivíduos que passam pela escola (Oliveira, 1933).

As idéias básicas de Vygotsky são:

- o objetivo maior da escola é desenvolver a personalidade dos alunos;
- a personalidade humana está vinculada a seu potencial criativo;
- o processo ensino-aprendizagem é atividade pessoal do aluno;
- o professor dirige e guia essa atividade individual;
- os métodos de ensino-aprendizagem correspondem às suas particularidades individuais e, portanto, os métodos não podem ser uniformes (Davydov, s.).

#### 2.5 CONSTRUTIVISMO

A partir do trabalho e da metodologia dos cognitivistas, desenvolveram-se outras linhas de pesquisa e teorias para explicar como os alunos adquirem, interpretam e usam informações construindo o conhecimento. Essa é a idéia básica da vertente de análise aprendizada denominada “construtivismo”, que admite ser o conhecimento edificado pela própria pessoa, e portanto não é transmitido nem revelado (Castro, 1995).

Admite-se que todo aluno já possui um acervo de conhecimento e que muitas palavras diferentes são usadas para identificar e interpretar esse acervo: idéias, crenças, significados, concepções, estruturas qualificadas como erradas (*mis*), alternativas, *pro*soais, intuitivas, ingênuas, espontâneas, infantis (Gunstone, 1988). Essas expressões, *com* frequência, pressupõem que os alunos já trazem para a sala de aula idéias próprias, *com* inadequadas, que influem fundamentalmente e criam dificuldades não só no aprendizado do conteúdo mas também no de habilidades como a de observação, tão essencial *com* biologia.

Autores apontaram seis aspectos importantes a considerar numa visão construtivista de aprendizagem, dos quais o primeiro deles é fundamental e todos os outros dele decorrem (Driver, 1986):

- os resultados da aprendizagem dependem não só do ensino ministrado mas dos objetivos, das motivações e dos conhecimentos que o aluno traz para a escola;
- o aprendizado envolve a construção de significados por cada um dos alunos;
- a construção de tais significados depende de uma atividade contínua;
- uma vez construídos os significados, cada aluno faz sua avaliação e os aceita ou rejeita. Evidências indicam que muitos alunos aceitam certos significados apenas para usar na escola, nas aulas e nas provas, mas que não são usados para interpretar o mundo no seu dia-a-dia;

- a responsabilidade do aprendizado é dos estudantes, ou seja, deles depende a atenção dada à tarefa de construir e avaliar determinadas idéias;
- é possível identificar regularidades nos significados construídos pelos alunos. Essas regularidades, muitas vezes, têm semelhanças com o desenvolvimento histórico do conhecimento biológico, embora não ocorra superposição entre o que alguns chamam de ontogenia e filogenia do conhecimento.

Dados obtidos em pesquisas no Brasil confirmam muitas dessas idéias. Trivelato realizou uma pesquisa para verificar como crianças e adolescentes interpretam o processo de decomposição de materiais orgânicos e explicam seu aparecimento reconhecendo colônias de fungos e bactérias como seres vivos (Trivelato, 1993). Queria ainda saber se os alunos compreendem o papel ecológico de decompositores. Para isso, entrevistou alunos de várias faixas etárias, que freqüentavam classes diferentes. Apresentou aos entrevistados material prático, como alimentos (pão, mamão e mingau de maizena) em decomposição.

Analisando as entrevistas, classificou em primeiro nível as crianças que afirmaram que os decompositores eram "coisas não-vivas" que aparecem quando o material fica podre. No segundo nível, aqueles que admitem que o material não é vivo mas causa o apodrecimento. Nesse nível, já alguns consideram fungos e bactérias como seres vivos. No terceiro, julgam que fungos e bactérias são seres vivos e que a decomposição do material é causada por eles. Alguns subgrupos nesse nível reconhecem o papel ecológico dos decompositores.

Esses dados indicam que crianças entre 7 e 10 anos possuem uma visão de fungos e bactérias equivalente às que vigoraram no século XVIII, tais como de estragar, apodrecer, porém não como resultado de atividades de seres vivos, mesmo quando notam a existência de bolor.

No nível seguinte de desenvolvimento, o "mofo" é reconhecido como ser vivo, embora as crianças ainda, intuitivamente, mantenham a idéia da geração espontânea, tal como a concebiam alguns cientistas dos séculos XVIII e XIX, apesar de experimentos de Redi e Spallanzani já terem demonstrado a biogênese.

Cunha, em entrevistas com alunos de escolas públicas, de cinco faixas etárias (6, 9, 12 e 15 anos e adultos), considerou os seguintes assuntos: causas das doenças, formas de contaminação, vacinas natureza, origem e ação de microrganismos e putrefação (Cunha, 1993). Separou as entrevistas em vários níveis: no primeiro nível, inclui seis crianças e um adulto sem escolarização, que não explica as doenças e que, quando o faz, acredita em causas sobrenaturais. Tem alguma noção de contágio e prevenção.

No segundo nível, composto por crianças de 10 anos e adultos analfabetos ou de pouca escolarização, notam-se idéias intuitivas de micróbios, relacionando a sua presença a fatores como vento, chuva e poeira. Não sofrem influência de campanhas veiculadas pela mídia.

No terceiro nível, formado por indivíduos entre 12 e 16 anos, o grupo associa, embora de maneira confusa, micróbios e doenças, refletindo alguma influência do ensino. A origem dos micróbios é atribuída à geração espontânea. Apenas dois sujeitos desta

amostra geral revelaram capacidade de pensamento hipotético e de generalização, com o uso de esquemas explicativos decorrentes de maior escolarização. Não associam a micróbios a decomposição.

Mais recentemente, com o desenvolvimento da análise da psicogênese dos conceitos no aprendizado, e com a verificação de que, na evolução do conhecimento, o indivíduo revivem teorias que foram aceitas em outros períodos históricos, enfatiza a reconstrução histórica de conceitos e teorias como forma de traçar raciocínios que foram aos conhecimentos contemporaneamente aceitos.

O paralelismo entre a história da biologia e a psicogênese dos conceitos foram muitas informações sobre as dúvidas, as perguntas e os problemas que aparecem durante a evolução do conhecimento científico, e são equivalentes, em muitos casos, aos ocorrem aos alunos durante o processo de aprendizado.

Outros argumentos se prendem ao interesse despertado pela história como encorajamento para a aquisição de informações pertinentes e relevantes. Segundo os autores dessa posição, a partir de conhecimentos sobre as descobertas científicas, conceitos e fenômenos científicos passam a ter significado para os jovens, e assim mais fácil e duradouramente assimilados.

Por essas razões, a inclusão da história e filosofia das ciências no currículo de biologia tem sido defendida, com argumentos de ordem pedagógica, por educadores e cientistas ao longo das transformações por que vem passando o currículo daquela disciplina nos vários níveis de escolaridade (Krasilchik, 1990).

Uma das justificativas mais freqüentes considera a história e filosofia da biologia como elemento essencial para a compreensão do seu processo evolutivo, bem como dos procedimentos dos pesquisadores. Nessa direção relaciona-se o conhecimento chamado "método científico" aos casos de descobertas que ilustram suas diversas etapas. A preparação para um aprendizado contínuo numa sociedade em mudança exige a compreensão do dinamismo dos conhecimentos científicos.

Bizzo, analisando obras de divulgação científica e textos didáticos, fez uma revisão da pesquisa sobre o assunto, entrevistou alunos que tinham estudado genética aplicou questionários, verificando que o processo evolutivo biológico tem um sentido mais amplo para os alunos do que aquele que é adotado na biologia. Para os jovens é associado à modificação, ao amadurecimento e à utilidade. Para alguns, inclui a evolução cultural, e esta seria sinônimo de aprendizagem (Bizzo, 1995).

As respostas estão sempre associadas à evolução humana, e a imagem de Charles Darwin como cientista está profundamente integrada à teoria da evolução.

A seguinte entrevista faz parte do material coletado pelo referido pesquisador

**Quadro 2.1** Analise a entrevista-feita com um aluno de 17 anos que frequentou escolas particulares, está no 3.º ano do ensino médio em escola pública e pretende estudar odontologia (Bizzo, s.d.):

- M – entrevistador  
 F – aluno
- M – Você lembra o que você estudou em Biologia?  
 F – Ó louco! Espera aí, que eu vou te falar na “bucha”: primeiro ano, Citologia; segundo, Citogenética e Genética; e terceiro, Zoologia e Fisiologia, até agora.
- M – E o que você aprendeu dessas matérias?  
 F – Ah... Células, revestimento, mutação de genes (aliás, essa foi a que eu mais gostei). Nesse meio tempo, eu tinha aula aqui e depois eu ia lá na Faculdade de Medicina da USP, na Dr. Arnaldo, assistir umas aulas de Biologia também. Ah, o que eu gostei também foi do AIA, aquele papo de citosina, guanina, timina, uracila.
- M – E o que são essas coisas: guanina, timina, uracila?  
 F – Deixa ver, eu acho que isso é Genética.
- M – Mas qual a função dessas coisas?  
 F – Transportam genes, não?  
 M – E o que são genes?  
 F – São informações do Homem. Tipo o RG do Homem antes dele nascer. O que determina a cor do cabelo...
- M – E onde estão os genes?  
 F – Na... No... No DNA.
- M – No DNA?  
 F – Não, não, não. No célula, né?  
 M – Na célula?  
 F – Nas reprodutoras.
- M – E nas células do teu corpo, não tem genes?  
 F – Tem. O cromossomo está no DNA, e nos cromossomos estão as informações.
- M – E os genes?  
 F – Estão dentro dos cromossomos.
- M – Então todas as células contêm o DNA?  
 F – É, todas têm o DNA dentro do núcleo. Aliás, tem uma que só tem o DNA dentro dela. Aquela que parece uma cápsula de comprimido.
- M – E o que é isso?  
 F – Ah, é... Lembrei! É um bacilo.
- M – E o que é Biologia?  
 F – É o estudo da vida.
- M – E Ciência?  
 F – Ciência é uma filosofia de ensino... Não, espera aí... É o estudo dos fatos que acontecem na vida. Tudo é uma Ciência: Matemática, História ...

- M – Quem faz a Ciência?  
 F – Todo mundo.
- M – Você faz ciência?  
 F – Olha, ciência, para leigos, vulgarmente falando, ciência é aquele cientista louco... Mas isso é ao pé da letra. Ciência é o estudo de qualquer matéria. É...
- M – Pra que serve a Ciência?  
 F – Serve para o Homem conhecer o desconhecido. Você pega essa grama e co meça a estudar.
- M – Por que ele faz isso?  
 F – Porque ele é um ser muito curioso.
- M – O que é Tecnologia?  
 F – É o estudo de novas técnicas.
- M – Por exemplo...?  
 F – Antigamente um carro era uma coisa muito difícil de se fazer, e hoje não é um jeito de tornar as coisas mais simples para o ser humano.
- M – Você acha que Ciência e Tecnologia estão relacionadas?  
 F – Ciência é o estudo, e a Tecnologia vem para facilitar cada vez mais esse estudo. Como a invenção do microscópio, acelerador atômico... A Tecnologia é o avanço da Ciência.
- M – E o que é Evolução?  
 F – É... Eu sei de uma historinha: um dia chegou um cara, o Darwin, e ele disse: o Homem vem do macaco. Depois ele mudou de ideia: não, o Homem vem de um animal que pertence à mesma classe do macaco, no caso, os mamíferos. Ele explicou o negócio das girafas: as de pescoço comprido sobre viviam mais, pois assim elas alcançavam as árvores mais altas (os frutos), é a seleção natural.
- M – As mudanças no ambiente promovem mudanças nos animais?  
 F – É.
- M – E como se dão essas mudanças?  
 F – É, agora você me pegou. É, vou ter que pensar. Por exemplo, japoneses: dizem que os japoneses são descendentes dos mongóis. E quando o sol bat na neve, ofusca a vista e eles ficaram assim. Mas eu acho difícil, porque se você perde um dedo, o seu filho não vai nascer igual a você (sem dedo), pois não mudou o gene. Mas o ambiente deve modificar o caráter genético das células. Só não sei como.
- M – Algumas características passam para os filhos e outras não.  
 F – É. Entendeu? Tá certo?  
 M – Por exemplo: nós vivemos em meio a essa poluição. O teu filho vai nascer adaptado?  
 F – É, ele vai. Deve existir algum gás químico no ar que vai afetando o gene da pessoa. Bom, mas isso eu estou supondo. Estou indo pela lógica. Inclusive

filho de alcoólatra vai nascer com tendência para o alcoolismo. Igual a AIDS. Se a mãe tem, o filho que está na barriga vai ter os seus genes afetados.

- M – Mas será que afetou os genes ou o vírus passou por via sanguínea?
- F – É. Pode ser...
- M – Mas vamos voltar à origem do Homem. Como surgiu o Homem?
- F – Eu acho que foi assim: o Homem surgiu há milhões de anos atrás, na água. Começou com seres unicelulares. A união dessas células formou um tecido, a união desse tecido, um órgão, e desses órgãos unidos formou-se um organismo. E esses organismos juntos formou (sic) a Biosfera. Que Biosfera? Já pulei mil evoluções aí! Mas não sei direito.
- M – O Homem já surgiu Homem?
- F – Não, ele demorou para aparecer. Primeiro veio (sic) os anfíbios, que estavam na água e invadiram o meio terrestre.
- M – E como essas mudanças foram acontecendo?
- F – É com a revolução.
- M – Revolução? Do quê?
- F – Do organismo. Voltamos de novo para a primeira pergunta. O que ocorre com o organismo eu não sei. O que faz um peixe virar um peixe com pulmão eu não sei. Só em filme de ficção isso acontece de uma hora para outra.
- M – Mas será que não seria aos poucos?
- F – É, bem, bem lentamente.
- M – E como as características passam de pai para filho?
- F – Não é através dos genes?
- M – Existe algum ser que seja mais evoluído?
- F – Do que a gente?
- M – Não, no planeta. Você considera o Homem o mais evoluído?
- F – Biologicamente sim. Em todos os fatores, ele é o mais desenvolvido. Ele só se diferencia do macaco é pela inteligência.
- M – Você acha que o Homem continua evoluindo?
- F – É bem capaz, porque daqui a uns dois mil anos, o Homem já não deve ter o dente do siso, porque ele não usa mais. Teve evolução. Que nem existem outros vestígios. Por exemplo, olha a minha orelha: mexe como a do cachorro.
- M – Ah, a minha não mexe.
- F – Tá vendo! Já evoluiu.
- M – Ah, as mulheres são mais evoluídas que os homens! (*risadas*)
- M – Você acha que os animais estão evoluindo?
- F – Ópa! Claro!
- M – Por quê?
- F – Parte por causa da evolução, parte porque estão se extinguindo. Quando Darwin examinou os animais, muitos que existiam antigamente não existem mais.
- M – E as plantas?

- F – É, planta é diferente. Veja, se você tem duas orquídeas, uma verde e outra amarela, e você polinizar as duas (cruzando-as), surge uma outra diferente.
- M – Surge uma outra espécie?
- F – Não. Não sei.
- M – E os vírus?
- F – É, a gente veio dos vírus, né?
- M – A gente veio?
- F – É... unicelular (sic), né?
- M – E os vírus que existem hoje, eles estão evoluindo?
- F – Acho que eles estão estagnados na mesma porcaria e não saem mais.
- M – O vírus da gripe, da AIDS...
- F – Ah, o da AIDS deve ter evoluído de um mais fraquinho.
- M – E aí? Você disse que eles não evoluíram?
- F – Não. Eles mudam mas serão sempre vírus. Eles evoluem, ficam mais fortes. Só isso.
- M – E as bactérias?
- F – É tudo da mesma forma.
- M – E os carros?
- F – Ópa! Você mudou de assunto? Mas sim, eles evoluem, ficam mais possantes, econômicos, confortáveis.
- M – E os planetas?
- F – Até evoluem. Estão em constante evolução. Mudam de rotação, Mudam de rotação: mais rápido, mais devagar?
- F – Mudam. É pensando no tempo terráqueo que os homens estipularam pra viver a vida.
- M – Onde você leu mais sobre o Darwin?
- F – Ah, eu li na *Superinteressante*. Ele era um carinha super gente fina. Ele er muito inteligente. Ele teve saco para estudar aquelas coisas. Pegava um graminha, outra, comparava...
- M – Você gostou da entrevista?
- F – Gostei.
- M – Por quê?
- F – Ah, porque eu gosto de Biologia.
- M – Ah, então muito obrigado.
1. Onde se pode identificar o saber escolar e as idéias conflitantes que o aluno traz?
  2. Onde é possível identificar as idéias de influência ambiental?
  3. Que idéias do aluno sobre evolução aparecem durante a entrevista?
  4. É possível identificar idéias como as do “uso e desuso” e da ação do ambiente na entrevista?
  5. Como o aluno considera o homem na escala evolutiva?

Admite-se também que o conhecimento de história e filosofia é um instrumento para os jovens compreenderem como as descobertas contribuíram para o progresso da humanidade e da qualidade de vida. Os efeitos da ciência e da tecnologia na vida moderna oferecem vantagens e causam problemas, e uma análise histórica permitirá aos alunos compreenderem seu significado no momento atual. De outro lado, o progresso científico e tecnológico nos últimos anos vem levantando problemas éticos e sociais que devem ser relacionados às visões de mundo que fundamentaram os processos de descoberta e que influenciaram a utilização de seus resultados.

Essa vertente justifica a introdução de história e filosofia na preparação para a cidadania, auxiliando na tomada de decisões, principalmente em relação à institucionalização e ao suporte da própria ciência.

Comparar as visões do estudante sobre processos científicos com as dos cientistas levará à constatação de como são formados conceitos científicos relevantes. Outros dados revelam as qualidades individuais necessárias aos cientistas, descrevendo casos de criatividade, perseverança, dedicação, que levaram às grandes descobertas (Connant, 1947). Buscam assim incentivar o interesse pela ciência e desenvolver atitudes positivas em relação à investigação, pelo estudo de casos na história da ciência.

As conseqüências para o ensino da aceitação dessas interpretações, dos abundantes dados coletados por grupos em todo o mundo, envolvem mudanças de atitudes dos professores e das estruturas curriculares. A difícil e lenta passagem de um conceito catalogado como intuitivo, infantil ou qualquer dos outros termos mencionados para um conceito cientificamente aceito hoje é a complexa tarefa da escola (Carvalho, 1989).

Essa evolução deve resultar de um conflito determinado com freqüência pela insatisfação com as idéias existentes e pela adição de novas idéias, levando a uma reorganização de conceitos que sejam mais satisfatórios e coerentes para explicar determinadas situações. E assim os alunos vão controlando seu próprio aprendizado, que envolve também relações interpessoais com colegas, professores etc.

O trabalho dos professores, por sua vez, também é influenciado pela sua concepção de escola, ensino, aprendizado; pelo seu conhecimento dos conteúdos que deve ensinar. Assim, uma postura construtivista implica criar situações e envolver os alunos em atividades que promovam o aprendizado de biologia. Uma vez instalada a dúvida, o professor deve apresentar novas idéias que sejam mais aceitáveis e expliquem um maior número de situações, do que as preexistentes. Esse processo exige que as estruturas sejam contestadas, criticadas e reconstruídas pelos alunos, de modo a torná-las mais consistentes com o que é aceito pela ciência contemporânea.

Um primeiro passo para conseguir a mudança é fazer com que os estudantes tenham dúvidas sobre a correção e propriedade de seus conceitos, não porque uma autoridade impõe, mas porque uma real dúvida e insatisfação se instalam neles por meio do professor, pelos colegas ou por algum evento.

A tarefa dos docentes está muito relacionada a investigar como e por que o aluno aprende, deixando de limitar-se a uma apresentação de conteúdos, temas e atividades listadas em proposta curricular e expostas discursivamente em livros de texto.

**Tabela 2.1** Argumentos de ordem pedagógica sobre o significado do ensino da História da Ciência

Argumento	Objetivo	Resultado
Metodológico	dinamismo da ciência método científico	provocar atitude de continua investigação
Social	contribuir para melhora da qualidade de vida	análise das implicações sociais da Ciência
Informativo	compreender conceitos e fatos relevantes	adquirir e usar informações
Construtivista	comparar com conceitos construídos pelos alunos	construir ou substituir conhecimentos por conceitos contemporâneos
Psicológico	identificar qualidades necessárias ao sucesso dos pesquisadores	incentivar o interesse pela pesquisa
Político	preparar para tomar decisões	formar cidadãos consistentes

Currículos, livros e professores precisam partir das idéias comumente traçadas pelos estudantes à escola e usar questões e experimentos que gerem dúvidas e desconforto encontrar explicações mais amplamente aplicáveis.

Os corolários pedagógicos da aceitação de diferentes objetivos para o ensino de biologia ou da adesão a um modelo de cognição devem dar resultados muito diferentes. Quando decisões sobre currículos não se baseiam em convicções firmes bem fundamentadas, podem resultar em programas desconexos, de resultados duvidosos (Krasilchik, 1989).

Críticas à adoção do construtivismo incluem o questionamento do ponto de vista de Paul Cobb, é: os estudantes devem construir o conhecimento, mas tendo em mente a qualidade dessas construções social e culturalmente situadas (Cobb, 1989). Adverte que certos *slogans* são repetidos sem uma sólida base empírica ou teórica. Trabalho provocou reações importantes para o aprofundamento da discussão das diferenças e semelhanças entre as várias concepções técnicas de aprendizado. Admite ainda é necessário ir além de um construtivismo individual e conseguir uma inserção na comunidade científica.

Outros argumentam que o construtivismo não explica como seriam gerados os matemáticos e científicos abstratos. Preocupam-se com a transferência de conhecimentos, que deve ocorrer na sala de aula, entre professor e alunos (Suchting, 1989).

No mesmo sentido, Kathleen Metz critica a pressuposição de que a criança pode experimentar no laboratório porque não atingiu certos estágios de desenvolvimento, em termos tanto da pesquisa piagetiana como de uma perspectiva não-piagetiana que argumenta que dados de pesquisa indicam que as crianças são capazes de alcançar e compreender idéias abstratas (Metz, 1995).



Pesquisa sistemática e experiência prática são essenciais para o desenvolvimento de métodos, técnicas e materiais que possam dar suporte às necessárias mudanças nos currículos de biologia, e, para tal, o professor deve buscar fundamentação e razões para orientar o seu procedimento na escola.

### atividades

1. Promover um debate sobre as idéias mais frequentes a respeito de como os estudantes aprendem, relacionando-as com as vertentes apresentadas.
2. Realizar uma série de entrevistas com alunos do ensino médio e fundamental, procurando identificar as dificuldades que eles têm no aprendizado das ciências.

### Sugestões de Pesquisa

Realizar uma série de entrevistas com alunos do ensino médio e fundamental para verificar que conceitos eles têm sobre tópicos como geração espontânea, evolução, herança e ambiente, entre muitos outros.

### Referências

- ANDERSON, L. & KRATHWOHL D. (edit.) "A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing". Longman, N. York, 2001.
- BIZZO, N. M. V. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1995 (Tese Mimeografada).
- BLOOM, B. (org.). *Taxonomy of Educational Objectives*. USA, David Mac Kay Company Inc., 1956, (Handbooks I e II).
- BRUNER, J. *The Process of Education*. USA, Harvard University Press, 1963, p. 7.
- CARVALHO, A. M. P. *Física – Proposta para um Ensino Construtivista*. Brasil, EPU, 1989.
- CASTRO, R. & CARVALHO, A. M. P. "The Historic Approach In Teaching: Analysis of an Experience". *Science Education*, 1995, nº 4, pp. 465-485.
- COBB, P. "Constructivism in Mathematics and Science Education". *Educational Research*, 1994, v. 23, nº 7, p. 4.
- CONNANT, J. B. *Como Compreender a Ciência*. Brasil, Cultrix, 1947.
- CUNHA, A. M. O. *Educação e Saúde. Um Estudo das Explicações das Crianças, Adolescentes e Adultos para as Doenças Infeciosas*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese Mimeografada).

DAVYDOV, V. "The Influence L. S. Vygotsky on Education Theory, Research and Practice". *Educational Research*, v. 24, nº 3, pp. 12-21.

DRIVER, R. & BELL, B. "Students Thinking and the Learning of Science". *School Science R* 1986, nº 67, pp. 443-456.

GUNSTONE, R. F. "Learners in Science Education". In: *Development and Dilemmas in Science Education*, Falmer Press, 1988.

HASSARD, J. *Minds on Science*. USA, Harper Collins, 1992.

KELLY, A. V. (ed.) *Curriculum Context*. UK, Harper & Row, 1980.

KRASILCHIK, M. "The Scientists: an Experiment in Science Teaching International". *Journal of Science Education*, 1990, v. 12, nº 3, pp. 282-287.

\_\_\_\_\_. "Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil". *Em Aberto*, Brasil, jul-set 1992, a nº 55.

MAGER, R. F. *Preparing Instructional Objectives*. USA, Fearon, 1962.

MELTON, R. "Resolution of Conflicting Claim Concerning the Effect of Behavioral Objectives Student Learning". *Review of Educational Research*, USA, 48(2): 291-302, 1978.

METZ, K. "Reassessment of Development Constraints on Children Science Instruction". *Review of Educational Research*, Summer 1995, v. 65, nº 2, pp. 93-127.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky, Aprendizado e Desenvolvimento, um Processo Sócio-histórico*. Scipione, 1933.

OSBORNE, R. & FREYBERG, P. *Learning In Science*. New Zeland, Heinemann Publishers, pp. 6-7.

RIPPLE, R. (ed.) "Piaget Rediscovered". *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3):165-258, 1964.

SUCHTING, W.A. *Constructivism Deconstructed Science & Education*. 1992, pp. 223-254.

TRIVELATO, J. *Noções e Concepções de Crianças e Adolescentes sobre Decomposições: Fungos e Bactérias*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese).



### 3. PLANEJAMENTO CURRICULAR

*Você é responsável pelo planejamento do currículo de biologia de uma escola:*

- Que decisões deve tomar?
- Em que baseia as suas decisões?
- Como apresenta seus objetivos?
- Como vai escolher o que ensinar?
- Em que ordem ensinar?

#### 3.1 INTRODUÇÃO

Currículo é um caminho a seguir, ou seja, é feito por uma instituição que as também a responsabilidade de colocar em prática uma proposta educacional e a seus resultados. De acordo com essa concepção, o currículo compreende inicialmente plano, elaborado pelos responsáveis por uma escola, uma declaração de intenção: podemos chamar de *currículo teórico*. Esse plano, ao ser realizado, sofre uma série alterações em função das contingências de sua aplicação, de tal forma que a parte que dele têm os professores e alunos se difere bastante uma da outra. Essas diferenças resultam tanto de experiências de aprendizagem planejadas, que compõem o *currículo aparente*, como de experiências de aprendizagem não planejadas ou não explicitadas que compõem o *currículo latente*. Esse currículo latente se revela, na ação, nem sempre congruente com as intenções expressas no currículo teórico. *Assim*, embora em grande parte dos currículos escolares a finalidade explícita do ensino de biologia seja “desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente”, a realidade de um ensino diretivo autoritário, em que toda a iniciativa e oportunidade de discussão dos alunos é coibida

cará que se deseja na verdade apenas “transmitir conhecimentos”. Portanto, o professor de Biologia deve estar consciente de que entre suas responsabilidades estão incluídas tomar decisões na fase de planejamento e agir de forma correspondente, para haver harmonia entre o que se diz ou escreve nas propostas curriculares e o que de fato se faz.

Na proposição de seus planejamentos curriculares, seja no curso, na unidade ou em aula, os professores devem considerar os objetivos do trabalho, o conteúdo que irão apresentar, as modalidades didáticas e os recursos de que irão se valer, assim como os processos de avaliação que irão usar. Esses elementos profundamente interligados devem formar um todo conexo que reflita, sem ambigüidade e incoerência, as intenções da escola e do professor.

Uma das primeiras dificuldades vinculadas ao problema de planejamento e aplicação de currículo é exatamente a de especificar as intenções de seus autores, de tal forma que possam ser compreendidas com clareza por professores, alunos, administradores pela comunidade em geral. As modalidades da apresentação de currículo variam desde uma simples lista de títulos, os *programas*, passam por *guias curriculares* que incluem tópicos de conteúdo, objetivos e sugestões de atividades de classe e, em casos extremos, minuciosos *projetos curriculares* que compreendem livros do aluno e do professor, manuais de laboratório e instrumentos de avaliação. O grau de especificação adequado depende da necessidade de detalhamento que seus autores consideraram indispensável para melhor se fazerem compreender.

Neste capítulo só trataremos de dois dos elementos do currículo: os objetivos e o conteúdo. Os restantes serão analisados em capítulos especiais.

## 2. OBJETIVOS

Alguns problemas básicos no planejamento curricular são a escolha de objetivos e sua formulação, para que sejam plenamente compreendidos por aqueles que têm responsabilidade por sua execução e avaliação.

O significado da forma de apresentação foi discutido no capítulo anterior, a propósito da importância que esse aspecto assumiu durante a fase de influência behaviorista no ensino de biologia.

No entanto, mais do que a forma, algumas perguntas são essenciais para a escolha dos objetivos, como por exemplo (Vandervoort, 1988):

- por que ensinar biologia?
- qual a participação da biologia no currículo escolar?
- que tipo de biologia deve ser ensinada?
- qual a importância social do ensino de biologia?

As respostas para questões sobre quais deveriam ser os tópicos a apresentar aos alunos – que metodologia usar nas salas de aula, qual a natureza dos recursos de apoio necessários e qual a forma de avaliação – dependem da concepção que se tenha do papel da escola e da biologia na formação do aluno.

Muitas tentativas foram feitas para classificar as várias tendências curriculares: identificar as forças que atuam nas decisões tomadas pelos sistemas educacionais; administradores e por professores.

Os governos e as associações de classe têm um papel importante no nível de decisão mais geral da construção curricular. No nível de execução, o tipo de escola, o meio administrativo, a clientela formada pelos alunos e suas famílias, também exercem importante influência nas escolhas e nas ações do professor que, finalmente, é quem põe em prática o que vai sendo proposto nas várias instâncias decisórias.

Sem pretender esgotar a apresentação das várias concepções de currículo, mencionaremos algumas das mais comuns, bem como as implicações que elas têm para a formulação de objetivos dos cursos de biologia.

### 3.2.1 Racionalista acadêmica

A tendência predominante é denominada “tradicional”, por alguns, ou “racionalista acadêmica” (Eisner, 1974). Baseia-se na convicção da necessidade e importância da transmissão da cultura considerada válida pela escola. O professor é responsável pelo ensino e os alunos são receptores dessas informações por ele fornecidas.

São sinais de adesão a essa corrente as preocupações no sentido de esgotar programas, de atender às exigências de exames, como o vestibular ou outros, que podem afetar o nível de informação dos alunos. Embora não seja restrita a essa corrente, a psicologia behaviorista é muito usada para sua fundamentação. O curso tem como objetivo enfatizar o produto da ciência biológica na forma de fatos, dados e apresentações conceituais e teorias atuais.

O professor, como autoridade responsável pelo ensino, dá aos alunos prioridades individualmente, caracterizadas pela transmissão verbal de informações; consulta de publicações originais e, principalmente, de livros didáticos.

### 3.2.2 Desenvolvimento de processos cognitivos

Uma outra tendência valoriza o desenvolvimento intelectual do aluno, a capacidade de buscar informações e de usá-las em situações novas.

Os modelos pedagógicos são centrados na solução individual de problemas em atividades de grupos interativos.

O professor tem como responsabilidade criar situações que auxiliem a aprendizagem, a qual transcorre de forma autônoma, respeitando-se as características individuais e os estilos próprios de cada um.

Exige do docente um conhecimento amplo dos grandes conceitos da disciplina, também a capacidade de criar situações que demandem uma atitude de investigação.

Os adeptos dessa linha vêem o ensino de biologia como uma forma de desenvolver um repertório de habilidades intelectuais, que ajudam o aluno a resolver problemas.

### 3.3.1 Abrangência do conteúdo

A delimitação do escopo do seu currículo é, para o professor de biologia, um problema cada vez mais sério por várias razões: o conhecimento está se expandindo rapidamente e, em consequência, as próprias ciências biológicas vêm sofrendo transformações em sua organização. De uma ciência que se concentrava na descrição e nos comentários qualitativos, com o desenvolvimento na bioquímica e na biofísica, de processos experimentais e de mensuração, bem como da análise estatística, a biologia passa um campo de conhecimento com leis gerais, o que alargou e aprofundou suas discussões, tornando muito difícil ao professor decidir o que deve ser fundamental, pois incluído em seu curso e o que deve ser acessório, podendo consequentemente ser excluído de lado. Na prática essa transformação significou a substituição de zoologia e botânica por uma biologia geral, que trata de assuntos comuns a todos os seres vivos. Em destaque dado a aspectos morfofisiológicos em seqüência filogenética, a ênfase em processos de biologia molecular, genética de populações e evolução. Na década de 1970, com o agravamento de problemas sociais, novos assuntos foram incorporados em programas, incluindo comportamento e neurofisiologia, ecologia e conservação como aspectos de biotecnologia. Essas mudanças, que ocorreram no cenário educacional internacional e brasileiro, puderam ser constatadas consultando-se periódicos e professores de biologia sobre a importância que atribuíam aos diferentes tópicos do currículo.

Verificamos que, no período considerado, entre 1970 e 2000, o interesse pela biologia aumentou, com conseqüente e surpreendente diminuição da prioridade atribuída à genética no início e aumento no final do período. Uma das razões aventadas para o fato é a de que, por influência do avanço científico brasileiro nessa área, o ensino de hereditariedade sempre foi um tópico muito valorizado, o que resultou em uma variedade de maneira proporcional, quanto ao interesse atribuído aos tópicos ecologia e fisiologia celular.

Considera-se hoje fundamental a compreensão de conceitos como o de *fitness* – uma camada de vida entrelaçada numa teia que envolve a Terra. Esse conceito extremamente variado compõe a *biodiversidade* dos seres vivos, que chegou ao atual estágio por uma gradual mudança denominada *evolução*.

Nesse processo houve adaptação ao uso de diferentes formas de energia, processos reprodutivos, especialização de órgãos e diferentes *habitats* entre muitos outros aspectos.

O papel do homem nesse conjunto exemplifica bem o processo evolutivo e fisiológico, agregando porém um componente – a evolução da *cultura*.

Essa cultura permitiu ao homem viver e ocupar diferentes *habitats*, expandir a população e afetar o ambiente de forma a exigir cuidados para não comprometer a sobrevivência de outras espécies e a sua própria.

Apesar dos dados obtidos nas salas de aula, o que se constata é a perplexidade dos professores que tentam incluir em seus programas tópicos de zoologia e botânica principalmente por influência de sua formação, em escolas que, mantendo disciplina:

em meio da capacidade de buscar dados, analisá-los, propor hipóteses, organizar investigações para testá-las e avaliar soluções.

Ênfátiza-se aqui o processo científico que deve servir ao desenvolvimento intelectual, emocional e ético do indivíduo. Assim, os objetivos devem incluir exercícios para analisar e realizar experimentos, discutir resultados e propor soluções.

A compreensão do homem como parte da biosfera, e resultante de evolução, dá especial significado a tópicos de biologia humana e à relação homem e ambiente. A aprendizagem da forma pela qual o conhecimento biológico foi e continua sendo construído permite ao indivíduo analisar, participar e aferir a importância desse conhecimento.

### 2.3 Sociorreconstrucionista

Para alguns ainda, o objetivo da escola – e portanto do ensino de biologia – é alcançar mudanças da sociedade, a fim de que esta possa melhor atender aos interesses individuais e coletivos.

Os conteúdos escolhidos e a metodologia visam incorporar dados e discussões sobre os movimentos sociais importantes, dando-lhes, assim, relevância, e garantindo a adesão dos estudantes. Consideram-se não só as informações e o processo de investigação, mas, principalmente, as atitudes, os valores e os interesses dos alunos.

Os objetivos incluem uma análise da sociedade em que se vive e as possibilidades de aperfeiçoá-la, por meio de um ativo envolvimento pessoal e de ações concretas de grupos ativistas.

Os programas que tratam da relação entre biologia, tecnologia e sociedade – e, portanto, consideram a ciência como *instituição* – procuram responder a questões como: qual a relação e a importância da biologia para a sociedade atual e futura? O que e deve modificar nessa relação tem um papel fundamental para a formação de cidadãos, conscientes de seus direitos e deveres, numa sociedade democrática.

É necessário frisar que qualquer proposta de currículo é uma mescla dessas várias tendências. No entanto, o que caracteriza cada uma delas é o que os objetivos propostos almejam.

### 3.3 CONTEÚDO

O conteúdo, na realidade, é a preocupação mais presente entre os professores ao fazerem seu planejamento curricular tendo que tomar decisões de três tipos: o que ensinar, decisões referentes à abrangência da matéria a ministrar; uma vez decidido o que ensinar, o nível seguinte de decisão é em que *seqüência*, isto é, a melhor ordenação dos tópicos escolhidos, e, finalmente, após esses dois primeiros tipos de escolhas, *como relacionar e integrar os assuntos* aos outros tópicos da mesma disciplina e das outras disciplinas.

Analisaremos cada um dos processos em separado.

das umas das outras, não demonstram aos alunos que em nível mais elementar, no ensino médio e fundamental, não cabe mais apresentar a matéria dividida desse modo. Os livros didáticos em geral também continuam apresentando as subdivisões clássicas e os professores acabam se acomodando a um tipo de programa por ser mais familiar, embora não seja por eles mesmos considerado o melhor.

Alguns critérios podem ser estabelecidos para a seleção do conteúdo, como, por exemplo, estipular que terão prioridade, pela ordem, assuntos que sejam: fundamentais; pré-requisitos para outros assuntos; atuais; e interessantes. Usando esses critérios, o professor poderá fazer suas opções com base numa diretriz geral e predeterminedada conforme a chave abaixo, ou outra que o professor construa de acordo com suas concepções de ensino.

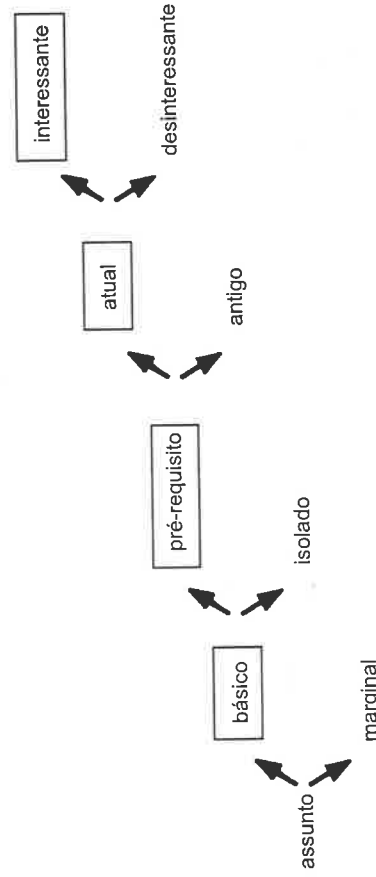


figura 3.1

### 3.2 Seqüência

Uma vez que tenha decidido o que ensinar, o professor enfrenta outro problema: como ordenar os vários subtópicos? A organização pode ir dos assuntos mais simples aos mais complexos; dos aspectos práticos aos teóricos, dos conhecimentos fundamentais aos verificados.

Em discussões sobre o assunto é frequente que a resposta a essa pergunta seja: "na ordem lógica". Na verdade, há muitas *ordens lógicas*. A demonstração mais conhecida desse fato foi a decisão do grupo de autores do *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) quando, admitindo que um currículo deveria ter flexibilidade para adaptar-se a diferentes situações, atender à diversidade de gosto dos professores e, ao mesmo tempo, cobrir os tópicos importantes, resolveu elaborar uma série de módulos que cada um organizaria da forma que melhor lhe conviesse. No entanto, consultados os professores e as editoras, o grupo concluiu que essa solução não era muito prática. Para chegar a um

consenso que resguardasse a necessidade de atender à variabilidade das situações semelhantes dos tópicos fundamentais, a comissão responsável pela escolha do conteúdo dos livros do BSCS decidiu elaborar três versões diferentes que, embora tivessem características comuns e contivessem cerca de 80% do mesmo conteúdo, apresentavam diferenças diferentes. Essas versões ficaram conhecidas como "Versão Azul" (Bioquímica) – "Das Moléculas ao Homem"; "Versão Verde" (Ecológica); e "Versão Amarela" (Celular) – "Investigando a Vida". Cada um desses projetos reflete uma forma de tratamento dos mesmos tópicos, porém diferentemente ordenados. Na Versão Azul, a seqüência se inicia com as unidades menores de organização, como átomos e partículas, seguiu para níveis mais complexos, como o nível de célula, de tecido, de organismo e comunidade até ecossistema. A Versão Verde usa um outro critério de organização, vai das inter-relações entre os organismos nos ecossistemas, comunidades e populações até as unidades básicas de organização, como células, partículas e moléculas. A Versão Amarela, que tem a organização mais tradicional, por sua vez, parte de um nível intermediário: a célula. Analisa seus constituintes e funções e suas formas de organização: tecidos, órgãos e indivíduos.

Além dessas, Grobman (1969) sugere ainda outras possibilidades de organização do conteúdo de um curso médio de biologia:

[...] poder-se-ia começar explorando a natureza do comportamento animal, um dos mais excitantes e progressistas campos da Biologia atual. Para explicar o comportamento é possível investigar com os estudantes a maioria dos componentes e estruturas e funções dos organismos, órgãos, tecidos, células e moléculas como aproximações sucessivas explicar os fenômenos observados.

Outra variação do mesmo assunto seria partir de problemas referentes à aplicação da biologia à vida diária, usando tópicos de higiene, microbiologia, genética e a cultura, e daí, seguir para a análise dos fenômenos nos vários níveis de organização: comunidade, população, indivíduo, órgão, tecido, célula etc. Ainda um outro caminho explorado por vários autores, seria o estudo de casos de grandes descobertas científicas para analisar os fenômenos biológicos.

Vemos, assim, que há possibilidade de um grande número de arranjos de mesmo conteúdo para apresentação a alunos de qualquer nível de ensino. Numa tentativa de sistematizar os vários princípios que regem a seqüência de conteúdo, Posner e Strike (1979) elaboraram um esquema de classificação. Simplificadamente, as categorias definidas por eles são:

a) *seqüências relacionadas ao mundo*: são aquelas em que a organização do conteúdo e as relações entre os fenômenos são ordenadas como ocorrem realmente. Por exemplo, os elementos são ordenados de acordo com seu arranjo físico ou espacial. Inclui-se nesse caso a análise dos componentes celulares na ordem: membrana, citoplasma e núcleo; dos órgãos da planta na ordem: raiz, caule e folha. Ou, então, quando se apresenta em ordem cronológica o aparecimento das várias teorias da evolução: lamarckismo, darwinismo e neodarwinismo;

vez: poderá entender a diferença entre fazer germinar uma semente no claro e no escuro, mas não levará em conta outras variáveis como umidade, temperatura, elementos nutricionais, diferenças individuais. O mesmo aluno, no início do período formal continuará estudando a germinação da semente, deverá estar habilitado a planejar um experimento controlado, variando alguns fatores ao mesmo tempo, mas não verá ainda inter-relações entre as diversas variáveis que influem no processo. Verificando que, durante o escuro, a planta fica estiolada e morre, será difícil para o aluno, nessa fase de desenvolvimento, relacionar a síntese da clorofila à presença da luz, e a síntese de aminoácidos à presença de luz e de nutrientes, entre outros fatores. No fim do período formal, o aluno já será capaz de verificar a necessidade de um experimento controlado, para poder chegar a uma conclusão, e correlacionar a influência de um conjunto de variáveis interagem, destacando-se, entre elas, a importância da variabilidade individual. Na etapa de desenvolvimento, portanto, o aluno começa a verificar a importância de analisar um grupo de indivíduos, compreendendo que, ao trabalhar com uma semente, não o resultado que representa adequadamente uma população. Ainda nessa fase, o aluno passa a elaborar hipóteses para verificação experimental em experimentos controlados.

*e) seqüências baseadas na utilização do conhecimento:* a organização do conteúdo é feita de acordo com a necessidade futura dos alunos, prevista em termos pessoais ou profissionais. Por exemplo, apresentar elementos de estatística como introdução à genética, apresentar vidraria e ensinar a usar a balança no início do curso de química. Grande parte dos cursos profissionais é organizada dessa forma. Os alunos têm início matérias básicas e só depois contato com matérias profissionais: bioquímica, histologia, anatomia e patologia são disciplinas chamadas básicas para a parte clínica do curso de medicina.

As decisões sobre a ordenação do conteúdo continuam sendo objeto de discussão entre os professores de biologia. Embora atualmente seja impossível prescrever a forma melhor, é fundamental que se tenha sempre em mente não só a disciplina, mas principalmente os alunos, e que se organize o currículo de forma que eles possam aprender com mais facilidade.

### 3.3.3 Relação da biologia com as outras disciplinas

A integração de conteúdos depende da natureza da própria disciplina, das características dos alunos e das condições em que o processo ensino-aprendizagem deve ocorrer. Pode referir-se às relações entre os vários elementos de uma mesma disciplina, integração intradisciplinar, ou entre várias disciplinas que são apresentadas simultaneamente ou, em seqüência, integração interdisciplinar. As relações entre biologia, física, química, tanto como parte da disciplina ciências no ensino fundamental como na categoria de disciplinas independentes na escola de ensino médio, têm sido tradicionalmente objeto de reflexão e discussão na organização dos currículos das escolas de ensino médio e fundamental. Mais recentemente, com a relação cada vez mais estreita entre

*b) seqüências relacionadas ao conceito:* refletem a organização do conhecimento. São exemplos os currículos que se baseiam na estrutura da disciplina e têm como tema central seus conceitos fundamentais. As versões do BSCS que se centralizam em princípios gerais como evolução, continuidade genética da vida, relação entre forma e função e raízes biológicas do comportamento recaem nessa categoria. Também fazem parte dessa categoria aqueles tipos de seqüências em que são estabelecidos pré-requisitos lógicos necessários para a compreensão de certos conceitos: por exemplo, estudar meioses antes de estudar as leis de Mendel;

*c) seqüências relacionadas à investigação:* esta categoria inclui aspectos do desenvolvimento da pesquisa, baseando-se em descrições da maneira como os cientistas realmente trabalharam, em que contexto operaram, levando em consideração os fatores sociais e psicológicos, entre outros, que influem no processo. Como exemplo podemos citar a ordenação dos "Convites ao Raciocínio" (Schwab, s.d.) — unidades didáticas preparadas pelo BSCS — ditada pelas características e procedimentos do processo de investigação biológica; por exemplo, o papel e a natureza do conhecimento, obtenção de dados, experimentação, controle, hipótese e definição do problema na investigação científica;

*d) seqüências baseadas no conhecimento sobre a psicologia da aprendizagem:* incluem-se nesta categoria as propostas de currículo que tomam como base teorias da aprendizagem para organizar o conteúdo, usando, por exemplo, os estágios de desenvolvimento intelectual, ou tópicos que podem motivar os estudantes. Devido à expansão dos conhecimentos sobre o desenvolvimento cognitivo, com base nos estudos do escola piagetiana, muitos currículos de ciências foram elaborados na seqüência em que os conceitos possivelmente podem ser aprendidos pelos alunos;

Como vimos no Capítulo 2, as diferenças na forma de receber informações do meio exterior e o fato de se pensar nas crianças e nos jovens durante as várias etapas de sua evolução intelectual determinariam uma seqüência para o tratamento de diferentes tópicos de um mesmo conteúdo.

No caso especial da biologia, o maior problema reside na determinação da profundidade em que os vários conceitos e procedimentos possam ser apresentados aos alunos nas várias etapas do desenvolvimento cognitivo, pois de alguma forma eles podem ser incluídos em todas as fases. Por exemplo, a organização de experimentos, processo básico ao ensino de biologia, deve ser seriada com base nos dados existentes sobre a evolução intelectual, de forma que o estudante esteja em condições de acompanhar a complexidade crescente do assunto. Imaginemos uma seqüência de experimentos sobre germinação de sementes.

No início da fase concreta, em que o aluno compara apenas o efeito de uma variação antes e depois do tratamento, os exercícios devem ser organizados de forma a contrastar uma semente dormente com a plântula que dela emerge, indicando como cada uma de suas partes evoluiu.

Nos estágios mais adiantados do período concreto, o estudante será capaz de entender a necessidade de um experimento em que apenas uma variável é alterada de cada



ciências biológicas e as ciências humanas, o problema da integração entre essas duas áreas de conhecimento se acrescenta aos anteriores.

Entre as maiores dificuldades para a integração interdisciplinar, figuram, primeiramente, a atual organização dos currículos escolares, com disciplinas de fronteiras muito nítidas, demarcadas pela diferença de formação dos professores, depois, a organização escolar, com os horários e salas separados para as diferentes matérias, e, por fim, os livros didáticos já existentes para cada uma delas (Minto, 1990).

A integração das várias disciplinas exige a ruptura dessas barreiras pelo trabalho comum de vários professores e a união dos laboratórios e bibliotecas para o desenvolvimento de temas gerais. Esses temas podem representar conceitos centrais como o de energia, ou problemas práticos como a poluição e exigem a participação de um grupo de docentes que compartilhem recursos, instalações e responsabilidades.

Os estudos do meio, que são usados em algumas escolas e que têm como objetivo “levar os alunos a compreender integralmente os fatos físicos, sociais, políticos, artísticos etc. no contexto social” (SEE/MG, 1981), ilustram tentativas bem-sucedidas de trabalho conjunto de equipes de professores.

O que se tem verificado na prática é a maior viabilidade de coordenação de cursos, de modo que temas comuns e seus pré-requisitos sejam apresentados simultaneamente ao longo do período letivo, por vários professores, de forma a facilitar e motivar o aprendizado, preservando, no entanto, a divisão tradicional das matérias.

Por sua vez, a falta de integração intradisciplinar é fonte de grandes dificuldades no aprendizado de biologia. O conteúdo é apresentado dividido em compartimentos estanques, sem propiciar aos alunos oportunidades de sintetizar e dar coerência ao conjunto, o que seria possível se lhes fossem mostradas as ligações entre fatos, fenômenos, conceitos e processos aprendidos. Por exemplo, a ecologia é ensinada em determinada fase da vida escolar, e os estudantes não têm oportunidade de relacionar com o conteúdo dessa disciplina tópicos de genética e evolução. Citologia é um segmento do curso que se encerra em si mesmo, sem que, ao analisar a fisiologia no nível de organização do indivíduo, os alunos tenham oportunidade de voltar a considerar o fenômeno no nível celular.

Cabe ao professor mostrar as relações entre os vários conceitos e fenômenos, de modo a formar um conjunto conexo e retomar os assuntos sempre que necessário. Para suprir essa necessidade, os docentes devem construir o seu próprio quadro de referência e lembrar que os alunos também construirão os seus, porém, eles o farão mais rápido se forem devidamente orientados.

## Atividades

1. Organize os vários tópicos de uma unidade de ensino, de acordo com as diversas categorias do esquema de classificação de Possner e Strike.
2. Elabore os objetivos do currículo de biologia para um curso supletivo, para alunos adultos que precisam do certificado do ensino médio a fim de melhorar de situação no emprego.

3. Examine a proposta curricular em vigor na sua escola. Quais os seus objetivos implícitos e explícitos?
4. Examine a proposta curricular das páginas seguintes para uma unidade de genética (Minto, 1990) e:
  - a) classifique cada um dos objetivos como: prioritário, relativamente importante e sem importância;
  - b) classifique cada um dos objetivos de acordo com a taxionomia de Bloom vista anteriormente;
  - c) estabeleça outras formas de classificação dos mesmos objetivos;
  - d) veja quais desses objetivos você retiraria e quais acrescentaria à lista, e fosse preparar o planejamento de uma unidade de genética;
  - e) veja quais são as idéias sobre educação implícitas nos conteúdos e comentários esperados dos alunos, como resultado do desenvolvimento da unidade de genética tomada como exemplo;
  - f) organize os vários tópicos apresentados, de acordo com as diversas categorias da classificação de Possner e Strike.

## Conteúdo e Desempenho Esperados

### I. *Monoibridismo e Diibridismo*

- Usar adequadamente os termos: genes, gametas, genótipos, alelos, locos homozigotos, heterozigotização, segregação independente, dominante, recessivo.
- Identificar numa árvore genealógica esses caracteres.
- Montar e identificar numa árvore genealógica os indivíduos citados.
- Usar os símbolos adequados para a representação de genótipos, no caso de caracteres controlados por um único par de genes ou por 2 pares de genes autossômicos independentes, com ou sem dominância.
- Resolver problemas com os caracteres citados acima.
- Identificar em heredogramas os genótipos e fenótipos dos indivíduos.
- Construir heredogramas, usando os símbolos e convenções adequados.
- Caracterizar segregação independente.
- Definir linhagem pura e representar corretamente linhagens puras.
- Definir híbridos.
- Distinguir autofecundação de fecundação cruzada.
- Definir herança intermediária.
- Achar as proporções nos cruzamentos entre indivíduos puros e heterozigoto na herança intermediária.

### II. *Probabilidade*

- Representar a fórmula geral de problemas relacionados com probabilidade
- Aplicar corretamente a fórmula de probabilidade em exercícios propostos.
- Aplicar as diversas leis de probabilidade nos diversos casos estudados.



### III. Alelos Múltiplos

- Conceituar: antígeno, anticorpo e aglutinação.
- Citar as diferenças entre indivíduos pertencentes a cada um dos grupos sanguíneos dos sistemas ABO e RH, quanto à presença ou ausência de antígenos e anticorpos no sangue.
- Explicar o mecanismo de incompatibilidade materno-fetal, em relação ao sistema RH.
- Resolver problemas que envolvam a herança de alelos múltiplos.

### IV. Herança Ligada ao Sexo

- Usar corretamente os termos: autossomos, heterossomos, herança autossômica e ligada ao sexo, sexos homogamético e heterogamético.
- Explicar a determinação do sexo no homem, nas aves, na drosófila, na abelha e no gafanhoto.
- Usar os símbolos adequados para a representação de genótipos nos casos de caracteres controlados por genes ligados ao sexo no homem, nas aves, na drosófila, na abelha e no gafanhoto.
- Citar as principais anormalidades na herança ligada ao sexo.

### V. Divisões Celulares (revisão)

- Definir meiose e mitose.
- Distinguir célula haplóide de célula diplóide.
- Definir cromossomos homólogos.
- Relacionar a seqüência que ocorre com o DNA e cromossomos, na meiose e na mitose.

### VI. Gametogênese (revisão)

- Definir gametogênese.
- Comparar as etapas da espermatogênese com as da ovogênese.
- Citar o número de cromossomos de cada etapa.

### VII. Genes e cromossomos

- Definir genes e cromossomos.
- Exemplificar a transmissão dos genes e cromossomos, na herança dos caracteres.
- Exemplificar a separação dos alelos nos cruzamentos realizados.
- Localizar os autossomos e heterossomos, nas células haplóides e nas diplóides.
- Representar os autossomos e heterossomos de uma célula haplóide e de uma diplóide.
- Separar gametas nos sexos homogamético e heterogamético.

### Sugestões de Pesquisa

1. Verificar o nível em que um conceito de biologia pode ser aprendido por alunos de diferentes idades.
2. Verificar, em situação experimental, o efeito, no aprendizado dos alunos, conhecimento prévio dos objetivos de um curso.
3. Verificar, no aprendizado de um tópico, o efeito de diferentes formas seqüenciar a matéria.

### Referências

- BALZAN, N. C. "Estudo do Meio". In: *Uma Didática para a Escola de 1º e 2º Graus*. 4a.ed. Br. Pioneira, 1976, p. 130.
- EISNER, E. W. & VALLANCE, E. (ed.). *Conflicting Conceptions of Curriculum*. USA, McCutic Publishing Corporation, 1974.
- GROBMAN, A. *The Changing Classroom*. USA, Doubleday, 1969, p. 66.
- MINTO, C. A. *Crianças e Sementes Germinantes – Um Estudo de Caso*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1990 (Tese mimeografada).
- POSSNER, G. J. & STRIKE, K. A. "Categorization Scheme for Principles of Sequencing Content". *Review of Educational Research*, USA, 46(4): 665-690, Fall 1979.
- SCHWAB, J. J. (sup.). *Convites ao Raciocínio*. Brasil, Funbec-Cecisp, s.d.
- SEE/MG. *Proposta Curricular de Biologia*. Brasil, 1981, pp. 25-27.
- VANDERVOORT, R. A. "Biology Education: Asking the Right Questions". In: *High School Biology Today and Tomorrow*. USA, National Academy Press, 1988, pp. 139-147.

## 4. A COMUNICAÇÃO ENTRE PROFESSOR E ALUNO

- Como você deve dizer o que pretende dos alunos de forma que eles *entendam*?
- O que você deve fazer para os alunos falarem mais?
- O que será melhor? Examinar uma planta, uma lâmina ou ver um filme?
- Adotar um livro? Qual?

### 4.1 INTRODUÇÃO

Observando superficialmente, parece haver muita semelhança nas atividades que ocorrem nas salas de aulas de Biologia. As pessoas falam, escrevem, observam fenômenos, gráficos e espécimes, fazem desenhos...

No entanto, em alguns casos os professores são capazes de transmitir com clareza e de forma interessante suas idéias aos alunos que são, por sua vez, estimulados a expor suas próprias idéias, sentimentos e dúvidas. Em outros casos, há incompreensão por parte do aluno, estabelecendo-se um clima de apatia ou mesmo de antagonismo, o que impede a interação entre professores e alunos e cria barreiras quase intransponíveis para o aprendizado.

Professores e estudantes transmitem mensagens por via oral, ou por meio de textos ou figuras, e os educadores estão cada vez mais conscientes das dificuldades próprias desses vários tipos de comunicação. Muitas são as possíveis explicações para essas dificuldades: as diferenças entre professores e alunos são obstáculos para a compreensão de códigos e valores peculiares aos dois grupos; os meios de comunicação de massa limitam a capacidade de expressão dos jovens; os exames vestibulares e as questões de múltipla escolha contribuem para tornar os estudantes incapazes de apresentar pensamentos e pontos de vista de forma lógica e coerente.

## 4.2 COMUNICAÇÃO ORAL

Provavelmente, todos os obstáculos citados acabam influenciando de alguma forma no resultado final: os alunos têm problemas para compreender e comunicar idéias. Nas aulas de biologia do ensino médio, foram arrolados alguns problemas específicos relativos à comunicação oral:

### 4.2.1 Incompreensão do vocabulário

Os alunos não acompanham as aulas, porque são usadas palavras desconhecidas, ou porque eles atribuem aos termos significados diferentes dos atribuídos pelo professor. Um exemplo comum é a palavra fenômeno, que os alunos entendem como “o que surge”, quando o professor quer dizer “processo de mudança”. Outro exemplo bastante comum é o termo discussão, que em lugar de ser entendido como “debate”, é tomado pelos alunos como “altercação”, levando a uma atitude de constrangimento quando são convidados a “discutir um assunto”.

### 4.2.2 Excesso de vocabulário técnico

O excesso de vocabulário técnico que o professor usa em suas aulas leva muitos alunos a pensar que biologia é só um conjunto de nomes de plantas, animais, órgãos, tecidos e substâncias que devem ser memorizados.

A observação de aulas de biologia na cidade de São Paulo revelou que seis é a média de termos novos definidos por aula. Considerando-se que em geral as escolas programam três aulas da disciplina por semana, o número de termos novos introduzidos por semestre fica ao redor de 300, o que equivale a um terço do vocabulário básico de uma língua estrangeira.

Esse número básico é alterado também em função do assunto. Por exemplo, nas aulas de citologia o número de termos novos introduzidos passa de seis para onze por aula, o que indica ênfase na nomenclatura em lugar de destaque da análise dos processos metabólicos. Esse dado parece indicar também que o lugar da anatomia como fonte de sofrimento para os alunos, que tinham de decorar os nomes das estruturas, é ocupado agora pela citologia e a minuciosa descrição das organelas e dos mapas metabólicos, que os alunos acabam memorizando sem entender o que representam.

O uso adequado da terminologia científica está estreitamente ligado ao processo de formação de conceitos. Schaefer (1979) admite que um conceito é formado por três partes:

1. O núcleo lógico, que é sua estrutura constante, representativa de uma classe de objetos ou eventos.

2. Associado ao núcleo lógico há um nome que serve tanto como veículo de comunicação entre os indivíduos como de referência para efeito de memória pelo próprio indivíduo.
3. Envolvendo o núcleo lógico e o nome associado há uma rede compacta de lações que formam a moldura de associações.

Por exemplo, o nome samambaia evoca o núcleo lógico do conceito formado pelas características gerais do grupo, como: alternância de gerações, presença de protospóreas etc. Além dessas características, cada tipo de samambaia tem ou particularidades, como as folhas grandes das filíceas e as folhas menores das licófitas. A moldura de associações, ou seja, a aplicação do conceito, pode ser formada em termos como: xaxim, terrário, floresta, fóssil, carvão, decoração etc.

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e oportuni- des suficientes para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como vezes os termos apresentados são desnecessários, já que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis.

Conhecendo as conexões que os alunos fazem entre uma palavra e outra, pode-se ter uma melhor idéia de o conceito desejado foi realmente aprendido, isto é, se pode adequadamente aplicado em situações novas. Uma forma para determinar a moldura de associações é pedir aos estudantes que escrevam livremente uma lista de termos que se relacionam à palavra dada.

Bastos (1991), investigando qual o conceito de célula dos estudantes de 8ª série do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio, usou o método de livre associação de idéias pedindo que os alunos entrevistados enunciassem as três primeiras palavras associadas à palavra célula. A partir dessas respostas, concluiu, então, que há forte associação entre as idéias de célula e vida numa visão antropológica, ou seja, associada ao homem e não aos outros organismos, e fortemente relacionada ao saber escolar. É, portanto, o vocabulário científico, para uso em avaliações e provas, sem ressonância na vida dos alunos.

Confirma-se que a descrição da célula é valorizada em relação ao conhecimento da fisiologia celular.

Nota-se ainda que alunos de 8ª série do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio apresentam as mesmas dificuldades em relação à compreensão dos processos metabólicos, indicando que nesse caso a escolaridade não atua na aquisição ou modificação do repertório de idéias que os jovens já trazem.

É também interessante notar que, segundo Bastos, os alunos são influenciados por experiências extra-escolares e de alguma forma consideram as funções fisiológicas do organismo como um todo e relacionam a estas as funções celulares numa mesma perspectiva sem a visão reducionista que considerava essas funções como fenômenos físicos químicos simplesmente.

É importante considerar o papel do desenvolvimento da linguagem no aprendizado das ciências e também o papel do potencial desse aprendizado no desenvolvimen-

Bligh (1971) constatou que as perguntas:

[...] produzem uma reação de medo. Usando pulsômetro, verifiquei que os batimentos cardíacos dos estudantes num grupo de discussão aumentavam de 5-10 batidas por minuto nos primeiros 30 segundos depois que o professor fazia uma pergunta. Os batimentos de um aluno que respondia aumentavam de 10-70 batidas por minuto.

Assim, o professor precisa inicialmente afastar o medo para que haja confiança e interesse em intervir na discussão. Um dos procedimentos coercitivos mais freqüentes é comentar sarcasticamente e ridicularizar as respostas dos alunos. É bom lembrar que a interação do professor com o aluno ocorre também por meio de gestos e que é possível demonstrar desagrado, impaciência ou ironia por um olhar, um movimento ou uma expressão facial. Interrupções das respostas dos alunos também produzem uma diminuição da participação.

Um outro fator que interfere na participação é o tempo dado para a resposta, e com freqüência não se espera o tempo necessário para que o aluno articule e concat sua intervenção.

Rowe (1973) verificou que:

[...] se o tempo de espera anterior ou seqüente a uma questão aumenta da média atual 1-2 segundos para médias maiores do que 3 segundos, certas características do comportamento verbal das crianças começam a mudar:

1. o comprimento e o número de respostas aumentam;
2. diminuem as respostas “não sei” ou silêncios;
3. a incidência de pensamento especulativo aumenta;
4. mais evidências, seguidas ou precedidas por inferências são expressas;
5. o número de questões feitas pelos alunos e o número de experiências que propriamente aumentam;
6. as contribuições de alunos lentos aumentam.

A mudança na reação das crianças provoca uma mudança correspondente nos questionamentos dos professores, que tendem a fazer perguntas mais variadas, diminuindo a proporção daquelas que exigem apenas memorização e aumentando as que demandam raciocínio. Modifica-se a própria forma de responder dos professores, que se tornam mais receptivos e mais dispostos a argumentar com os estudantes. Embora as pesquisas de Rowe tenham sido feitas com crianças, a prática indica que os resultados podem ser extrapolados para os jovens que freqüentam a escola de ensino médio.

Fazer perguntas que cobram conhecimentos e chamam os alunos relutantes por nome, embora pareça aumentar o clima de participação, na verdade produz constrangimentos e acaba interferindo negativamente no clima geral da discussão.

Expressões que demandam consenso da classe tais como “Todo o mundo em silêncio?” “Alguém tem dúvida?” “Mais alguma coisa?”, também tendem a diminuir as intervenções, pois raramente algum aluno tem coragem para dizer “não entendi”, ou “nho dúvidas”, quando aparentemente todos os outros estão de acordo ou compreendem as explicações.

das habilidades para expressar idéias e pensamentos ou para argumentar nos níveis mais complexos do raciocínio.

Quatro estágios de aquisição de linguagem são identificados na literatura, que se superpõem aos níveis de “alfabetização biológica”, de certo modo apresentadas no Capítulo 1 (Kulkarni, 1988).

No primeiro estágio, a linguagem é descritiva e restrita aos nomes de objetos, fenômenos e espécimes, bem como ao de adjetivos e advérbios para qualificá-los.

No segundo estágio, relações causais são estabelecidas com expressões como *porque*, *portanto*, *mesmo que*, porém limitadas a um fator.

O terceiro estágio é caracterizado pelo uso de argumentos multidimensionais na análise dos problemas, e o quarto estágio envolve a linguagem matemática, que amplia as possibilidades e a precisão das expressões.

#### 4.2.3 Falta de interação professor-aluno

A observação de aulas de biologia revela que o professor fala, ocupando, com preleções, cerca de 85% do tempo. Os 15% restantes são preenchidos por períodos de confusão e silêncio e pela fala dos estudantes que na maior parte das vezes consiste em pedidos de esclarecimento sobre as tarefas que devem executar. Evidentemente, na situação descrita os jovens não têm grandes oportunidades de melhorar sua capacidade de expressão, pois como os professores não os ouvem, não ficam sabendo como eles falam e o que pensam. Uma mudança que se impõe é a substituição de aulas expositivas por aulas em que se estimule a discussão de idéias, intensificando a participação dos alunos, por meio de comunicação oral, escrita ou visual.

O ensino informativo, centrado no professor, representado pela aula expositiva, pode ser transformado pela introdução de discussões nas aulas, chamadas de exposições dialogadas. As perguntas intercaladas na exposição motivam os alunos, servem para controlar e ganhar sua atenção, auxiliam no raciocínio e expõem os alunos a muitas idéias em lugar de limitá-los a ouvir apenas as do professor.

No entanto, os professores não usam o recurso do questionamento em classe porque temem que, de alguma forma, sua autoridade seja abalada e haja perda da segurança e do poder assegurados pelas aulas expositivas.

Quando resolvem incentivar a discussão, têm que tomar certos cuidados para garantir o pleno êxito da atividade, que depende essencialmente de uma genuína disposição para promover um debate franco e aberto nas aulas. Portanto, a primeira preocupação deve ser a de criar um clima de liberdade na aula, em que os professores ouvem e levam em consideração diferentes pensamentos e opiniões. Após os alunos verificarem que a participação é bem-vinda, certos comportamentos que podem ser coercitivos no início do curso, quando o professor não é bem conhecido, passam a não ter mais esse efeito porque então todos já se conhecem e se respeitam.

A participação é sempre um processo traumático porque está ligada, comumente, à cobrança de conhecimentos, obrigando um indivíduo a expor publicamente sua eventual ignorância.

Durante as discussões há dois tipos de alunos que causam problemas ao professor: o “hipoparticipante”, que não fala e que é preciso fazer participar, e o “hiperparticipante”, que fala demais, sendo necessário intervir com moderação e senso de oportunidade. A tendência geral é usar algumas formas de supressão da fala desse aluno na expectativa de que assim aumentem as possibilidades dos outros. Mas o tratamento dá resultados opostos aos esperados, pois qualquer tentativa do professor de coibir a participação de um aluno na discussão tem o mesmo efeito sobre os demais.

Dosar a própria participação também é difícil para os professores: não interferir acaba deixando a discussão sem rumo; tentar levar a conclusões predeterminadas, responder com outras perguntas ou emitir prematuramente uma opinião pode acabar com a discussão pois o professor representa, na classe, a autoridade.

Um dos fatores de maior importância, no entanto, é a própria natureza das perguntas feitas aos alunos. Embora haja muitas classificações, podemos considerar dois tipos básicos de questão, uma *convergente* e outra *divergente*. Um exemplo de pergunta convergente, que é aquela que admite apenas uma resposta, é: um vegetal de peso conhecido é plantado num vaso contendo também um peso conhecido de solo. Supondo que a planta cresça apenas à custa do material retirado do solo, qual o aumento de peso da planta depois de algum tempo?

A única resposta possível é de que o aumento de peso da planta é igual ao decréscimo de peso do solo.

Vejamos um exemplo de pergunta divergente, que é aquela que admite um grande número de respostas plausíveis: numa placa de cultura de bactéria desenvolve-se, na região central, um fungo. Ao redor da zona contaminada pelo fungo formou-se uma zona clara onde não crescem nem fungos nem bactérias. Ao redor da zona clara continuava crescendo a colônia de bactérias. Qual a causa do aparecimento da zona clara?

As respostas possíveis são:

- modificação no meio de cultura;
- excesso de produtos de excreção ou do fungo ou da bactéria, ou material resultante da interação de produtos dos dois organismos;
- acúmulo de umidade na cobertura da placa;
- falta de algum elemento nutritivo etc.

Wortman (1979), estudando o comportamento de professores e alunos em duas classes da 1ª série do ensino médio, concluiu que os professores em classe fazem predominantemente questões que exigem o que a autora chamou de cognição-memória e questões convergentes, e que o treinamento visando desenvolver a habilidade de questionar provocou algumas mudanças na conduta de professores e alunos, dentre as quais se destacaram:

- o professor passou a formular por escrito as perguntas que tinha intenção de propor em classe;

- houve intensificação de perguntas feitas oralmente em classe pelo professor;
- passaram a ser feitas mais perguntas divergentes e avaliativas: os alunos começaram a propor maior número de questões e de tipo mais aberto.

A pesquisadora concluiu também que o treinamento do professor, chamando atenção para o tipo de perguntas que faz, assim como a observação de seu comportamento em classe, aliados à convicção da importância de desenvolver o espírito lógico e crítico dos alunos, levam a uma melhora qualitativa e quantitativa do discurso.

Lorencini (1995), em trabalhos recentes, estudou a formulação de perguntas e respostas por professores e alunos com resultados interessantes e úteis para promover a intensificação da interação em sala de aula. Deu especial atenção às respostas dos estudantes em análise bidirecional. Considera que é relevante levar em conta a elaboração da resposta, seja ela correta, incorreta ou incompleta, como indicadora do raciocínio do aluno. Observou também que o professor tem, com frequência, comportamentos que procuram impedir que a situação fuja do seu controle por meio de expressões corriqueiras: “você já falou demais, psiu, vamos prestar atenção aqui um pouquinho”, e que parece diminuir a participação e o número de perguntas feitas em classe. O clima social da sala, com intervenção do grupo, geralmente em tom de caçoada ou crítica, quando estudantes falam ou perguntam, pode também servir para inibir a participação ou levar o professor a mudar de tópico, melhorar e aprofundar as explicações.

Um ritmo ágil de apresentação dos conteúdos, o uso de ilustrações, e exemplificações relacionadas ao conhecimento dos alunos, exposição de experiências pessoais e atenção à participação e determinam um número consideravelmente maior de perguntas de alunos.

Constatou ainda que, mais do que usar diferentes tipos de perguntas, o momento em que elas são feitas tem importância na determinação do seu nível cognitivo. Apesar das limitações do trabalho, em termos da possibilidade de generalização de seus resultados, uma clara indicação da necessidade de pesquisar e buscar formas de aumentar a interação do professor com o aluno em aula por meio de treinamento específico dos professores:

Conhecendo os fatores que dificultam a discussão em classe, o professor pode evitá-los, aumentando assim a interação verbal na sala de aula. Quanto ao uso das perguntas em sala de aula, elas promovem mudanças significativas no relacionamento entre o professor e o aluno.

### 4.3 INFORMAÇÃO VISUAL

Uma parcela significativa das informações em biologia é obtida por meio da observação direta dos organismos ou fenômenos ou por meio de observação de figuras e modelos etc.

Ouvir falar sobre um organismo é, em geral, muito menos interessante e eficiente do que ver diretamente a realidade, o que justifica a inclusão das excursões, aulas práticas e demonstrações nas programações dos cursos.

Contudo, nem sempre é possível observar diretamente o objeto de estudo, que é então substituído por ilustrações, cujas funções, segundo Ewan (1980), são: substituir, exagerar ou esclarecer experiências.

As características das ilustrações dependem, portanto, de sua função: quando têm a função de esclarecer um fenômeno, é mais indicado o uso de um esquema; quando têm a função de substituir uma experiência, será melhor usar uma fotografia. Além do tipo da figura, outros elementos da ilustração devem ser considerados: *cor* atrai a atenção dos alunos, mas em alguns casos pode desviar a atenção de detalhes importantes; *tamanho*: figuras muito grandes, especialmente quando projetadas, podem fazer com que os alunos percam muito tempo em seu exame, não se fixando nos pontos realmente importantes; *legendas em excesso* podem também confundir a observação, sendo recomendável que sejam limitadas ao mínimo indispensável.

Ao usar ilustrações, os professores nem sempre consideram as dificuldades para a compreensão de representações simbólicas, o que requer dos alunos treino especial. Nas aulas de biologia, alguns problemas específicos nesse campo foram identificados:

- os alunos têm dificuldade de imaginar, a partir de figuras representadas no plano, uma estrutura em três dimensões. Fica difícil para os jovens, vendo por exemplo esquemas de células ou de fases de desenvolvimento embrionário em corte ou microfotografias eletrônicas, reconstituir a célula total ou o embrião. Usando modelos feitos de massa de modelar ou de qualquer material semelhante, cortados em vários planos, o aluno compreende facilmente a relação entre o corte e o todo. Para avaliar ou desenvolver o aprendizado, é interessante que os alunos façam também o exercício inverso: a partir da observação de uma lâmina, reconstruir a estrutura em três dimensões, desenhando ou construindo um modelo;
- relacionar a representação simbólica esquemática à realidade requer tempo e treinamento. Quando se pede aos alunos, no início do curso, que desenhem uma célula tal como a vêem numa lâmina, os resultados são variados e inesperados, diferindo bastante da representação convencional. À medida que vão se familiarizando nas aulas com os símbolos adotados, passam a usar a mesma convenção apresentada nos livros e nas aulas;
- os estudantes têm dificuldade para usar a representação simbólica da química: freqüentemente, nas aulas de biologia, são feitas representações de equações, modelos atômicos e diagramas moleculares antes que os alunos tenham tido oportunidade de aprender o que significam nas aulas de química. Verificar se os estudantes já dominam esses pré-requisitos é essencial no planejamento dos cursos;
- gráficos: é impossível, hoje, que o aluno faça um bom curso de citologia, fisiologia ou ecologia sem saber construir gráficos, interpretá-los, interpolar e extrapolar dados. Como freqüentemente chegam aos cursos do ensino médio sem que tenham aprendido a fazê-lo, é necessário investigar qual o seu conhecimento do assunto no início do curso, pois caso não tenham aprendido a trabalhar com gráficos, o assunto deverá ser incluído na programação;

- escalas: quando o estudante começa a fazer observações ao microscópio, dificilmente relaciona o que vê ao tamanho real do objeto e compreende as diferenças de aumento nos vários campos de observação. A essa dificuldade acrescenta-se a de relacionar o objeto real à escala de representação e, além do treinamento durante o aprendizado, é essencial usar uma escala ou objeto de tamanho real para que o observador tenha noção do grau de aumento na representação.

### 4.3.1 Recursos audiovisuais

Embora seja amplamente reconhecido o potencial dos recursos audiovisuais no ensino de biologia, os dados disponíveis indicam que são pouco e mal usados. De acordo com relatos, nem mesmo no tradicional quadro-negro são feitos esquemas, demonstrações, de forma que a expressão pejorativa “aulas de saliva e giz” atualiza-se ainda mais reduzida, com a eliminação do giz, ficando a aula restrita apenas ao professor ou à leitura do livro didático.

No entanto, a tecnologia moderna e sofisticada usada nos filmes, vídeos, videotapes, entre outros, faz parte do dia-a-dia do aluno, aumentando as barreiras à vida e a escola.

As escolas são mal equipadas, não há centros que lhes possam fornecer filmes gravados; os professores estão sobrecarregados de trabalho e não podem confeccionar modelos, transparências, diapositivos etc. Quando conseguem obtê-los, é difícil localizar turmas numerosas para as raras salas adequadas para projeção, provocando problemas tanto para o professor como para a administração da escola. Apesar de reconhecermos obstáculos existentes ao uso de audiovisuais, sempre que possível é conveniente complementar as aulas com a sua apresentação.

#### Quadro-negro

O quadro-negro, um recurso inestimável, é cada vez menos e mais ineptamente usado. Em certas aulas, é colocado antecipadamente na lousa todo o esquema da aula para ser seguido pelo professor. Os alunos passam então a copiar o que foi escrito, e não de acompanhar o assunto e, segundo os jovens, usam-no como referência para estudar o tempo que falta para acabar a aula. Esse erro é de fácil solução, desde que os professores utilizem o quadro-negro, para construir o roteiro da aula, passo a passo, para que o aluno possa ir acompanhando o raciocínio desenvolvido. Dessa forma, o recurso é usado dinamicamente, permitindo que o estudante tenha alguma participação, mesmo em aulas expositivas.

Além desse problema, os alunos apontam outro que dificulta a utilização plenamente satisfatória do quadro-negro pelo professor de biologia: os desenhos são muitos, confusos e pequenos demais para serem vistos por todos.

### Retroprojektor

Muitas escolas dispõem hoje de retroprojektor, que é muito útil para apresentar tabelas e gráficos para discussão, ou figuras em vários planos que vão sendo superpostas ao longo da aula. Serve também para apresentar passo a passo itens de um esquema de aula previamente preparado.

### Filmes

Os filmes representam um recurso valioso e insubstituível para determinadas situações de aprendizagem: experimentos que exigem equipamento muito sofisticado, processos muito lentos ou rápidos demais, paisagens exóticas, comportamentos de animais e plantas. Técnicas difíceis de descrever podem ser vistas e aprendidas rapidamente quando os alunos observam os detalhes do processo e repetem essa observação tantas vezes quanto forem necessárias.

No entanto, mesmo quando se apresentar filmes para ilustrar e complementar as aulas, o potencial do recurso não será totalmente aproveitado se os alunos forem mantidos apenas olhando passivamente, sem oportunidade de analisar e discutir o que estão vendo. O professor, tendo em mente que continua responsável pela classe, deve comentar o que está sendo visto e, quando conveniente, interromper a projeção para uma pequena discussão, lembrando-se sempre da tendência de queda de atenção agravada pela sala escura e pela associação natural entre cinema, vídeo e lazer que os alunos acabam fazendo.

Um outro problema associado ao aprendizado por meio de filmes é a saturação com o excesso de informações transmitidas rapidamente e em que os alunos não têm tempo para assimilar. A prática tem demonstrado que, quando a apresentação é intercalada de discussões, a aprendizagem é melhor.

### Diapositivos

São, depois do quadro-negro, os recursos mais populares entre professores de Biologia, por serem baratos e de obtenção e preparação relativamente fáceis, embora, como os filmes, só possam ser mostrados em salas escuras.

Os diapositivos servem para mostrar figuras ou tabelas complicadas demais para desenhar no quadro-negro. Dão excelentes resultados quando mostram gráficos, resultados de experimentos etc., para servir de base para discussão dos alunos.

Os erros mais frequentes no uso de diapositivos são: dar a aula e mostrar os diapositivos em bloco no final; manter a sala escura e mostrar os diapositivos sem dar tempo para discussão ou mesmo sem mostrar a relação entre o assunto que está sendo visto e a projeção; apresentar diapositivos com muitos dados, de forma que os alunos não acompanhem devidamente a análise dos mesmos; mostrar um excesso de diapositivos e não dar tempo suficiente para a observação.

### Modelos

Sempre foram muito usados pelos professores de biologia para mostrar objetos em três dimensões. Apresentam alguns problemas, tais como fazer os estudantes entenderem que os modelos são simplificações do objeto real ou momentos de um processo dinâmico. Para diminuir essas limitações e envolver o aluno no processo de aprendizagem, é importante que eles façam os próprios modelos. Muitos materiais existentes comércios podem servir para isso: massa de modelagem, arames coloridos e contêineres plásticos são usados para montar representações das fases do desenvolvimento emológico, da síntese de proteína, da divisão celular etc. É preciso tomar cuidado para que os modelos não sejam usados em situações em que a observação da realidade é mais útil e adequada.

### 4.4 COMUNICAÇÃO ESCRITA

A comunicação escrita entre professor e aluno é hoje feita basicamente por meio do mediador: o livro didático. São três os tipos mais comuns de livros didáticos de biologia: o texto do aluno, o manual de laboratório e o guia do professor.

O texto do aluno deve apresentar de forma organizada, lógica e didática, conteúdos atualizados e relevantes, e o manual de laboratório deve orientar os procedimentos e atitudes dos alunos nas aulas práticas. O guia do professor visa auxiliar os docentes na utilização dos materiais elaborados para os alunos, informando os usuários das condições de seus autores.

#### 4.4.1 Livro didático

O livro didático tradicionalmente tem tido, no ensino de biologia, um papel importante, tanto na determinação do conteúdo dos cursos como na determinação da metodologia usada em sala de aula, sempre no sentido de valorizar um ensino informativo e teórico.

Fracalanza (1982), configurando grande semelhança entre os livros didáticos disponíveis, identificou tendências nas obras de biologia para o ensino médio:

- a. apresentam-se com o mesmo título geral: Biologia;
- b. compreendem uma coleção de três livros;
- c. abrangem os conteúdos tradicionalmente desenvolvidos ou previstos para a disciplina Biologia no 2.º grau;
- d. subdividem o conteúdo em unidades relacionáveis às usuais disciplinas do currículo das escolas de 3.º grau.



Por causa – ou apesar – dessa semelhança, a adoção de um livro requer uma cuidadosa análise de sua estrutura, do seu conteúdo e dos valores implícitos e explícitos que apresentam aos estudantes. Uma escolha malfeita acarreta prejuízos no mínimo para todo um ano letivo.

**Tabela 4.2 Instrumento para orientação de análise de livro-texto de biologia**

I. Conteúdo	3 (ótimo)	2 (bom)	1 (mau)
Relevante			
Atualizado			
Bem estruturado			
Correto			
Estabelece relações casuais			
Analisa contexto histórico			
Interessante			
<b>II. Perguntas</b>			
Exigem mais do que a leitura do texto			
Propõem problemas novos			
<b>III. Ilustrações</b>			
Esclarecem o texto			
Dramatizam o texto			
Substituem o texto			
<b>IV. Formato</b>			
Durável			
Fácil de manusear			
Bem impresso			
<b>V. Linguagem</b>			
Adequada ao nível dos alunos			
Número adequado de termos técnicos			

A primeira etapa da avaliação de qualquer livro é não aceitá-lo como autoridade indiscutível e, embora seja difícil avaliar o seu potencial fora de uma situação específica de classe, há determinadas características que devem ser consideradas. Um instrumento que pode ser usado para orientar a análise do livro-texto encontra-se na Tabela 4.2.

A presença dos glossários e resumos nos livros didáticos é controversa. Para alguns é vantajosa, pois auxilia o aluno a identificar aspectos fundamentais dos vários assuntos. Para outros é prejudicial, pois leva os alunos a não dar a devida atenção aos textos e exercícios, estudando apenas os resumos.

Uma outra característica dos livros didáticos, cuja importância vem sendo cada vez mais ressaltada, é a dos valores subjacentes implícitos nos textos e nas ilustrações. Preconceitos raciais e sociais como a excessiva valorização da ciência e do cientista ao contrário, sua ridicularização, são mensagens que podem ser transmitidas pelos livros apoiadas inadvertidamente pelo professor como parte do currículo latente.

#### 4.4.2 Manual de laboratório

Em 1995 o MEC organizou uma equipe para análise de livros-texto de ciência considerando o uso correto de conhecimento cientificamente fundamentado, a não inclusão explícita ou implícita de estereótipos preconceituosos e recomendações de proteção à saúde. A partir dessas análises foram feitas recomendações aos sistemas educacionais e às editoras, que provocaram mudanças nos livros e no mercado editorial.

Algumas coleções didáticas apresentam manuais de laboratório separados do livro-texto, mas, de acordo com Borges (1982), “as atividades práticas geralmente são localizadas na seqüência do conteúdo teórico, predominando os experimentos de laboratório sobre os demais tipos”.

Os tipos de exercícios propostos indicam a concepção de ensino veiculada no livro. Quando a proposta das atividades é muito estruturada, explicitando todos os passos do trabalho, quando os experimentos servem apenas para ilustrar informações constantes do texto, é possível inferir que é valorizado o ensino centrado na transmissão de informações. Quando as investigações deixam decisões a cargo dos estudantes, que devem propor procedimentos, hipóteses, organizar tabelas, elaborar gráficos, pode-se inferir uma ênfase na vivência do método científico. Quando os exercícios tratam de problemas próximos dos estudantes, como poluição e dietas alimentares, buscando dar realidade, pode-se inferir que a proposta pedagógica do livro inclui a análise das interações sociais da ciência.

#### 4.4.3 Guia do professor

A crescente importância do manual do professor, que acompanha os textos didáticos, está estreitamente ligada às condições de trabalho e à formação dos docentes, ficando cada vez mais dependentes do livro como peça central de seus cursos. Muitos guias de professor existentes no mercado constam apenas do livro do aluno acrescidas de respostas aos exercícios, estrutura obviamente insatisfatória. Consulta feita aos docentes (Krasilchik, 1977) revela os tópicos que devem prioritariamente ser incluídos no manual do professor:

- objetivos do curso;
- questões adicionais que não constem do livro-texto;
- lista de material para atividades;
- bibliografia complementar.

Em seguida, na lista de prioridades, vêm os seguintes quesitos: complementação teórica; respostas comentadas às questões do livro do aluno, modelos de perguntas para as provas. Há discordância sobre a necessidade de incluir lista discriminando as atividades previstas para cada aula, respostas das questões ao nível dos alunos e sugestões sobre a metodologia a ser usada em classe.

#### 4.5 UTILIZAÇÃO DOS TEXTOS

O livro deve ser base para discussão em classe e não apenas fonte de informações inerte. Para tanto, o professor deve saber desenvolver a capacidade crítica e a avaliação a partir da leitura dos textos. Quando estes propõem questões que suscitem o debate, tanto melhor, caso contrário o professor deve estar preparado para fazê-lo.

Ensinar os alunos a identificar as idéias principais apresentadas e, em seguida, a reescrever essas idéias com suas próprias palavras, servirá para que aprendam a trabalhar com a linguagem escrita, e o aprendizado não ficará limitado à biologia.

Buscar semelhanças e analogias nas diferentes áreas do conteúdo abordado no livro auxiliará os alunos na compreensão dos grandes conceitos biológicos.

Como os alunos dependem muito das notas de aula, o professor poderá aproveitar-se desse fato para ensiná-los a compor resumos com os pontos principais de cada assunto.

Sendo os livros didáticos organizados para apresentar uma disciplina a leitores principiantes, sua leitura é insuficiente para dar aos alunos uma visão de como as idéias são realmente apresentadas pelos biólogos em seus trabalhos. A leitura e análise de textos clássicos da literatura biológica poderão dar aos estudantes uma noção do funcionamento da ciência no contexto histórico em que se desenvolveu, assim como da influência das características pessoais dos cientistas em suas descobertas. O confronto de alguns textos clássicos da história da biologia com os atuais trabalhos científicos permitirá fazer comparações entre os estilos de diferentes autores e das convenções adotadas em diversos momentos de evolução da ciência.

O problema da linguagem na sala de aula envolve a capacidade dos alunos de formar conceitos e de pensar. A leitura de textos deve familiarizá-los com as estruturas linguísticas e com os estilos de apresentação típicos da biologia.

Algumas das habilidades que é necessário desenvolver incluem o uso de linguagem simbólica: expressões matemáticas, equações químicas, fórmulas cromossômicas, modelos de sistemas ecológicos etc.

É também imprescindível a capacidade de compreender, construir e interpretar tabelas e gráficos de vários tipos, incluindo o conhecimento necessário para passar de um tipo de linguagem a outro e selecionar a melhor forma de representação para cada caso (Figura 4.1).

Os exercícios com gráficos devem incluir atividades como a sua interpretação, interpolação e extrapolação de dados.

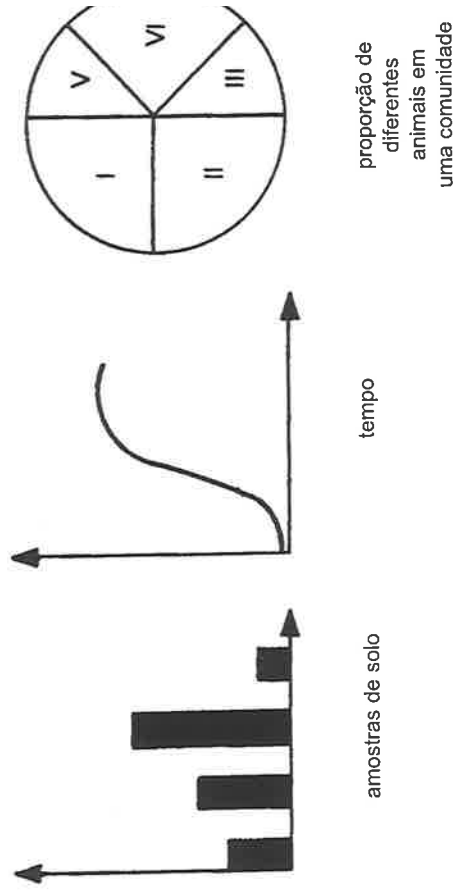


Figura 4.1

Também o conhecimento dos afixos que são usados com frequência em textos biológicos facilitará a compreensão dos alunos, pois os termos passarão a ter significado, permitindo que os alunos progredam na hierarquia dos objetivos educacionais, sendo do nível de memória para – pelo menos – o nível de compreensão. Sempre que texto surgirem palavras compostas pelos prefixos *epi-*, *inter-*, *homo-*, *micro-*, *fito-* et alunos deverão ser encorajados a deduzir seu significado.

A própria utilização do livro-texto deve ser objeto da atenção do professor pre que os alunos não o saibam utilizar corretamente. Preparar resumos, consultar dicionários e glossários, escolher material significativo da bibliografia são habi- lidades que devem ser adquiridas pelos estudantes.

#### Computadores

Cada vez mais os computadores fazem parte do nosso dia-a-dia. O seu uso forma adequada nas escolas vem preocupando educadores que buscam elaborar atividades que desenvolvam o raciocínio e facilitem o aprendizado.

A maioria das pessoas usa o computador para escrever, sendo ótimo para desenvolver a capacidade de comunicação dos alunos por meio de textos e gráficos de diferentes formatos.

No entanto, os computadores servem para inúmeras outras atividades que incluem investigações científicas, para formar ou consultar bancos de dados, para interagir com outros alunos, professores, especialistas de outras escolas, outras instituições científicas, até de outros países, para estudar e produzir modelos, e hoje para aplicação de multimídia em data-show.

Com a intensificação do uso dos computadores torna-se necessário evidenciar as possibilidades de influência da cultura impressa e expositiva preponderante na escola, e da cultura digital, que permite maior interação e participação do aluno na produção do conhecimento.

O diálogo propiciado pelo instrumento e pelas ferramentas usadas cria um amplo espectro de possibilidades de aprendizagem.

### Atividades

1. Escolha três livros didáticos de biologia. Analise-os e compare-os sem usar a Tabela 4.2. Em seguida, faça uma análise usando tal instrumento. Quais os resultados?
2. Identifique mensagens implícitas transmitidas pelas ilustrações e pelo texto de um livro didático de biologia.
3. Peça a alunos de várias séries do ensino médio e fundamental que escrevam suas definições de algumas palavras como: seres vivos, ecologia, poluição etc. O material deve ser discutido considerando-se a propriedade da definição, bem como a evolução do conceito em função da idade dos alunos e seu grau de escolarização.
4. Escolha dois trechos que tratem do mesmo assunto em pelo menos dois livros didáticos. Assinale as frases que considera obscuras, o número de termos científicos que aparecem, o tratamento que o autor deu ao tema etc. Em seguida, reescreva o mesmo trecho de forma a aperfeiçoá-lo, tendo em vista a compreensão dos estudantes de uma determinada série.
5. Faça o exercício intitulado "Adaptação dos animais". Elabore uma lista de vantagens e desvantagens do uso do modelo proposto.

### Adaptação dos animais

As adaptações de animais a um determinado ambiente dependem, entre outras coisas, da possibilidade de esconderem-se de seus predadores.

#### Objetivos

1. Observar e interpretar dados.
2. Analisar uma relação entre animais e ambientes usando modelos.

### Material (para o professor)

- 3 folhas iguais de papel estampado (sem brilho, estampas miúdas e cor ra), medindo 50 cm X 70 cm (Estampa 1).
- 3 folhas iguais, com as mesmas características das anteriores, mas com tampa diferente (Estampa 2).
- 3 folhas iguais, com as mesmas características das anteriores de papel uma só cor (Estampa 3).
- 1 régua.
- 1 caneta hidrográfica de cor escura e ponta grossa.
- 1 tesoura.
- fita adesiva.
- cola.

### Preparação prévia

Seguindo as instruções prepare as representações de vários ambientes:

- a) recorte 5 ou 6 figuras de contorno irregular, com tamanho entre 10 e 20 em folhas de Estampa 2 e 3. Cole esses recortes numa folha de Estampa 1 (Figura 1);



Figura 4.2

- b) quadricule folhas de Estampas 1, 2 e 3, como mostra a Figura 2;

As folhas quadriculadas (2 e 3) representarão um campo e uma floresta respectivamente. As outras folhas (Estampa 1 + recortes) será uma flor onde, devido a queimadas, formaram-se zonas de campo.

Em seguida, seguindo as instruções c e d, prepare triângulos e quadrados de 2 cm de lado que representarão dois tipos de insetos (I e II).

- c) recorte nas folhas de Estampas 1, 2 e 3 de Estampa 2, 20 recortes de cada tipo.
- d) cole 20 recortes de cada tipo em cada um dos ambientes, distribuindo-os de modo que alguns sejam facilmente visíveis e outros não.

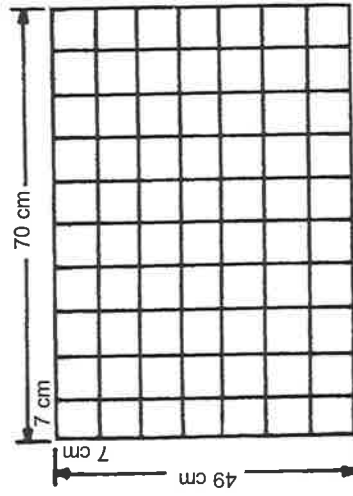


Figura 4.3

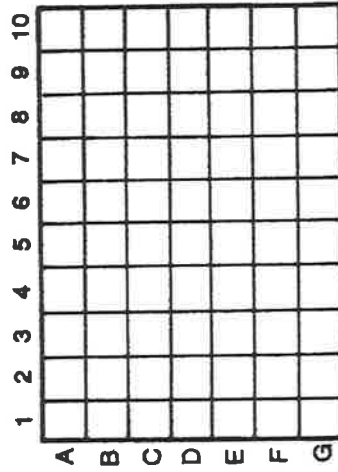


Figura 4.4

### Procedimento do Professor

- a) prenda a folha que representa a floresta na parede e identifique as casas como mostra a Figura 3;
- b) diga aos alunos que essa folha representa uma floresta e que nela surgiram dois tipos de insetos: I e II (mostre à classe recortes avulsos que representem os insetos I e II para que os alunos os identifiquem);

- c) explique que cada aluno será um animal predador que se alimenta de insetos e que vive nessa floresta;

d) em seguida, peça a um aluno para, sem sair da carteira, indicar uma região da floresta onde buscaria um inseto para comer. Ele deverá localizar a região associando uma letra a um número. Por exemplo, A6, F10 etc. Se na região indicada houver um inseto, o predador encontrou seu alimento. Chame vários outros alunos;

e) peça a um aluno para anotar o número de insetos I e II que forem se capturados. Os insetos capturados não poderão ser mencionados por outros alunos.

Depois que tiver chamado 15 alunos, verifique quantos insetos de cada tipo foram capturados e pergunte:

1. Quais os insetos melhor adaptados?
2. O que influi, a cor, a forma?

Em seguida repita o exercício para os outros ambientes e responda as mesmas perguntas.

Analise a dependência que existe entre os animais e o seu ambiente este se modificar, os animais que não tiverem características favoráveis, garantam sua sobrevivência nas novas condições, morrem ou emigram. Discuta quais as consequências para a evolução.

Fonte: adaptado de "Subsídios para a Implementação do Guia Curricular de Ciências". Brasil, Cecisp-C 1977, v. 1.

6. Leia o texto de Charles Darwin a seguir e responda:

- a. Quais as semelhanças e diferenças entre um relatório de pesquisa moderno e o de Darwin?
- b. Que pode inferir da leitura do texto sobre a personalidade de Darwin?
- c. Quais as relações entre o período histórico em que Darwin viveu e suas descobertas?

## A origem das espécies por meio da seleção natural

CHARLES DARWIN  
1859

“Quando a bordo do H.M.S. Beagle, como naturalista, fiquei surpreendido com certos fatos na distribuição dos seres vivos que habitam a América do Sul, e com as relações geológicas do presente com os antigos habitantes daquele continente.

Esses fatos pareceram lançar alguma luz na origem das espécies – o mistério dos mistérios – como foi chamado por um dos nossos maiores filósofos. Na minha volta, em 1837, ocorreu-me que, talvez, alguma coisa pudesse ser feita, acumulando pacientemente e refletindo sobre todos os tipos de fatos que pudessem ter qualquer relação com essa questão.

Depois de cinco anos de trabalho, eu me permiti especular sobre o assunto e delinear algumas curtas notas; estas eu desenvolvi em 1844, formando um esboço das conclusões que me pareciam prováveis. Desde aquela época até hoje, eu perseverantemente trabalhei no mesmo assunto. Espero poder ser desculpado por entrar em detalhes pessoais, mas é somente para mostrar que não fui precipitado ao chegar a uma decisão.

Meu trabalho está agora (1859) quase pronto, mas como ainda me tomara muitos anos para completá-lo e minha saúde está longe de ser boa, fui compelido a publicar este resumo. Mais especialmente, fui induzido a fazer isto, pois Mr. Wallace, que está estudando a história natural do Arquipélago Malaco, chegou praticamente às mesmas conclusões gerais que eu sobre a origem das espécies.

Ao considerar a origem das espécies, é bem possível que um naturalista, refletindo sobre as afinidades mútuas dos seres vivos, suas relações embriológicas, sua distribuição geográfica, sucessão ecológica e outros fatos semelhantes, possa chegar à conclusão de que as espécies não foram criadas independentemente, mas descendiam, como as raças, de outras espécies. Entretanto, tal conclusão, mesmo que bem fundamentada, seria insatisfatória, até que pudesse ser demonstrado como as inúmeras espécies existentes tinham sido modificadas, de forma a adquirir tal perfeição de estrutura e adaptação, que justamente suscitam nossa admiração. Naturalistas continuamente se referem a condições externas como clima, alimento etc. como a única causa possível da variação. Num sentido limitado, como veremos depois, isto pode ser verdade; mas é absurdo atribuir a estrutura meramente às condições externas; por exemplo, o pica-pau, com sua pata, cauda, bico e língua, tão admiravelmente adaptados para caçar insetos debaixo da casca das árvores. No caso do visco que tira alimentos de certas árvores que têm sementes que precisam ser transportadas por determinados pássaros e que têm flores de sexos separados requerendo necessariamente o trabalho de determinados insetos para levar pólen de uma flor para outra, é igualmente absurdo considerar a estru-

tura desse parasita e suas relações com outros seres vivos como resultantes de condições externas de hábitos, ou da vontade da própria planta.

É, portanto, de grande importância chegar a uma visão clara sobre os meios de modificação e co-adaptação.

No início de minhas observações pareceu-me provável que um estudo cuidadoso de animais domesticados e plantas cultivadas oferecia as melhores possibilidades de solução desse problema obscuro. Não fui desapontado; neste e noutros casos intrigantes, invariavelmente verifiquei que nosso conhecimento imperfeito como possa ser, sobre a variação na domesticação, proporcionou a mais segura e melhor pista. Posso me aventurar a expressar minha convicção sobre grande valor de tais estudos, embora tenham sido comumente negligenciados pelos naturalistas.

Embora muita coisa permaneça ainda obscura e assim permanecerá por muito tempo, não posso ter dúvida, depois do estudo mais cuidadoso e do julgamento desapaixonado de que sou capaz, de que a visão que muitos naturalistas tinham e que eu também tinha de que cada espécie fosse criada independentemente está errada. Estou plenamente convencido que as espécies não são imutáveis mas que aquelas pertencentes ao mesmo gênero são descendentes lineares de algumas espécies extintas, da mesma forma que as variedades de uma espécie descendem. Além disso estou convencido de que a seleção natural foi o mais importante, mas não o único, processo de modificação?

Fonte: MURRAY, J. “The Origins of Species”. In: *Biologi... Its People and its Papers*. USA, National Science Teachers Association, 1973.

## Sugestões de Pesquisa

1. Identificar comportamentos de professores que inibem a discussão em c.
2. Organizar uma pesquisa para verificar as associações que os alunos fazem certos termos como: ecologia, célula etc. Comparar as associações feitas diferentes grupos de idade, regiões etc.

## Referências

- BASTOS, F. *O Conceito de Célula Viva entre os Estudantes de 2ª Grau*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1991 (Tese mimeografada).
- BURGH, D. A. *What's the Use of Lectures?* UK, Teaching Service Centre, University of Exeter, p. 104.

- BORGES, G. L. A. *Utilização do Método Científico em Livros Didáticos de Ciências do 1º Grau*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, 1982, p. 219 (Tese).
- EWAN, C. E. *Is Seeing Believing?* Austrália, World Health Organization Regional Teaching Center, 1980, p. 4.
- FRACALANZA, H. *O Conceito de Ciência Veiculado por Atuais Livros Didáticos de Biologia*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, 1982, p. 44 (Tese mimeografada).
- KRASILCHIK, M. (coord.). *Fatores que Influem na Utilização de Manuais do Professor*. Brasil, INEP, 1977 (Relatório mimeografado).
- KULKARNI, V. C. "Role of Language in Science Education". In: FENSHAM, Peter. *Development and Dilemmas in Science Education*. London, Falmer Press, 1988.
- LORENCINI, A. *O Ensino de Ciências e a Formulação de Perguntas e Respostas em Sala de Aula*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1995 (Tese mimeografada).
- \_\_\_\_\_. *O Professor e as Perguntas na Construção do Discurso em Sala de Aula*. Brasil, FEUSP, 2000 (Tese mimeografada).
- ROWE, M. B. *Teaching Science as Continuous Inquiry*. USA, McGraw-Hill, 1973, p. 343.
- SCHAEFFER, G. "Concept Formation in Biology". *European Journal of Science Education*, UK, 1(1):89-90, 1979.
- WORTMAN, M. L. C. *Desempenho de Professores e Alunos quanto à Habilidade de Questionar em Duas Situações de Ensino-Aprendizagem: um Estudo de Caso*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979 (Tese mimeografada).

## 5. MODALIDADES DIDÁTICAS

Foram escolhidos os objetivos do curso e os assuntos programados:

- Como você apresentará os conteúdos?
- Dará uma aula expositiva ou uma aula prática?
- Como você deve fazer para os alunos analisarem as implicações do desenvolvimento dos conhecimentos biológicos?
- Que tipo de aula é mais motivador?
- Que recursos você precisa para apoiar o aprendizado?

### 5.1 INTRODUÇÃO

Tendo-se decidido que os alunos, durante o curso, devem aprender conceitos, vivenciar o método científico e analisar as implicações sociais do desenvolvimento da biologia, resta escolher os conteúdos correspondentes mais relevantes, fundamentais e atualizados. Em seguida devem-se selecionar as atividades e experiências melhor levem à consecução dos objetivos propostos.

A escolha da modalidade didática, por sua vez, vai depender do conteúdo e dos objetivos selecionados, da classe a que se destina, do tempo e dos recursos disponíveis assim como dos valores e convicções do professor.

Qualquer curso deve incluir uma diversidade de modalidades didáticas, pois a situação exige uma solução própria; além do que, a variação das atividades pode atrair o interesse dos alunos, atendendo às diferenças individuais.

As modalidades didáticas podem ser classificadas segundo vários critérios segundo Ascher (1966), podem ser agrupadas de acordo com as atividades que os pr



sores desenvolvem, tais como: *falar* – aulas expositivas, discussões, debates; *fazer* – simulações, aulas práticas, jogos, projetos e *mostrar* – demonstrações, filmes etc.

Um outro critério bastante útil distribui as várias modalidades didáticas ao longo de um espectro que tem num dos extremos, como objetivo do ensino, a transmissão de informações e, no outro, o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de resolver problemas.

Ainda, em outra dimensão de análise, é possível dividir as várias modalidades, de acordo com a participação relativa de docentes e estudantes na aula, que vai desde a total responsabilidade do professor numa aula expositiva, por exemplo, até a total autonomia dos alunos no desenvolvimento de projetos de pesquisa.

Podemos ainda separar as diversas modalidades didáticas de acordo com sua possibilidade de melhor servir aos objetivos do ensino de biologia:

- para transmissão de informações: aula expositiva, demonstração;
- para realizar investigações: aulas práticas, projetos;
- para analisar as causas e implicações do desenvolvimento da biologia: simulações, trabalho dirigido.

É possível, no entanto, fazer exercícios práticos, cuja única função seja transmitir informações, ou dar uma aula expositiva, que auxilie os alunos a compreender o procedimento científico.

Uma outra forma de classificação é agrupar as diversas modalidades didáticas de acordo com o tamanho do grupo de alunos:

- atividades para grandes grupos, ou seja, para a classe total: aulas expositivas, demonstrações;
- atividades para pequenos grupos: seminários, aulas;
- trabalhos individuais, projetos.

A própria existência de várias classificações indica que nenhuma delas é totalmente satisfatória, principalmente porque é difícil uma apreciação fora do contexto em que a aula se coloca.

Faremos uma descrição das modalidades mais frequentemente utilizadas no ensino de biologia, reiterando que só o professor pode decidir qual o tipo mais apropriado para seus alunos em dado momento de determinado curso.

## 5.2 AULAS EXPOSITIVAS

A aula expositiva – modalidade didática mais comum no ensino de biologia – tem como função informar os alunos. Em geral os professores repetem os livros didáticos, enquanto os alunos ficam passivamente ouvindo. Argumentos de ordem pedagógica podem ser invocados para justificar o uso de aulas expositivas em certos momentos de um

curso: elas permitem ao professor transmitir suas idéias, enfatizando os aspectos que considera importantes, impregnando o ensino com o entusiasmo que tem pela matéria. Melhor do que qualquer outra modalidade didática, as aulas expositivas servem, portanto, para introduzir um assunto novo, sintetizar um tópico, ou comunicar experiências pessoais do professor.

No entanto, apesar desse potencial, é difícil explicar, apenas com base em argumentos de ordem pedagógica, a enorme preponderância das aulas expositivas sobre todos os tipos de atividades desenvolvidas em sala de aula.

A sua popularidade está ligada a dois fatores: é um processo econômico, permite a um só professor atender a um grande número de alunos, conferindo-lhe, mesmo tempo, grande segurança e garantindo o domínio da classe, que é mantida aberta e sem oportunidades de se manifestar.

A passividade dos alunos representa uma das grandes desvantagens das aulas expositivas, pois gera uma série de inconvenientes: a retenção de informações é pequena, porque há decréscimo de atenção dos ouvintes durante a aula. Pesquisadores como Bligh (1971), estudando a variação da concentração dos estudantes, verificaram que ficam mais atentos no início e no fim da aula, havendo uma sensível queda no período intermediário, resultados que confirmam as experiências dos professores nas atividades em classe.

Pesquisas indicam que dez minutos está perto do limite superior de atenção dos alunos dão a uma exposição (Project Kaleidoscope, 1991).

Essa constatação cria a necessidade de se encontrarem formas de trabalho que permitam a manutenção de um alto nível de atenção durante todo o período da aula. Forma geral, ganhar a atenção dos alunos significa instigá-los intelectualmente, além de criar estímulos sensoriais pela variação na gesticulação, na movimentação e na voz, inserção de discussões na exposição, pelos exercícios, pela apresentação de material audiovisual etc.

Outro problema derivado da falta de interação entre professor e aluno é os expositores não ficarem atentos às reações dos estudantes, quando uma série de pistas para indicar a resposta da classe ao que o professor está dizendo, tais como: a postura e movimentos dos estudantes nas carteiras, as expressões faciais, as conversas paralelas. Outra desvantagem inerente à aula expositiva é que o assunto é polido de tal forma que não dá oportunidade ao estudante de verificar quais as incongruências no raciocínio lacunas e as omissões, que só serão perceptíveis na hora em que, recorrendo às notas, realmente pensar no assunto.

Além dos problemas intrínsecos à modalidade didática, comumente com-tam-se, também, erros de execução:

- a introdução das aulas não é feita de modo a captar a atenção da classe e motivar os estudantes, pelo que cria uma situação inesperada, conflituosa ou muito complexa. Também não se diz o que será feito, estabelecendo os limites da aula a ser cumprida, estruturando o trabalho do dia e fazendo as conexões com as aulas anteriores e posteriores do mesmo curso;

- a exemplificação usada nas aulas ou é excessiva, fazendo os alunos perderem o fio da exposição, ou é deficiente e inadequada, dificultando a compreensão. O uso de exemplos adequados é importante não só para motivar, mas também para ajudar a entender idéias abstratas. Os exemplos podem servir para se chegar a um conceito, como nos casos em que a observação de diversos componentes de um mesmo grupo permite aos alunos chegarem à idéia da entidade taxionômica da qual fazem parte; servem para ilustrar uma idéia ou para verificar se os alunos entenderam um conceito, quando descrevem as características de um organismo para que os alunos digam a que grupo pertencem; e são úteis para se compreender uma idéia abstrata por meio de uma analogia, como se faz comparando o *habitat* com o endereço, e o nicho ecológico com a profissão, de um indivíduo;
- as aulas são mal preparadas, de forma que os alunos não percebem seu plano geral e não podem acompanhar a exposição do professor. O planejamento cuidadoso da aula, assim como o cuidado de ir organizando no quadro-negro um esquema geral com os tópicos fundamentais, resolvem parcialmente essa dificuldade;
- os professores, ambiciosamente, pretendem dar mais conteúdo do que é possível no tempo disponível, prejudicando o resultado total. Passam muito depressa por pontos importantes, logo os alunos não percebem a seqüência ficam desinteressados e desatentos;
- os professores não estabelecem relações causais. Apresentam fatos sem justificá-los e sem explicar como se chegou a eles, o que afasta ainda mais a modalidade de didática do objetivo de ensinar a pensar *lógica e criticamente*. Centralizar a aula num problema é uma das formas de intensificar a participação intelectual dos alunos, que acompanham as alternativas de solução propostas pelo expositor;
- finalmente, verifica-se que uma aula expositiva, dada por um bom professor, pode ser uma experiência informativa divertida e estimulante, mas, infelizmente, na maioria dos casos, é cansativa e pouco contribui para a formação dos alunos.

### 5.3 DISCUSSÕES

A transição de um tipo de aula, em que só o professor fala, para uma outra modalidade em que há diálogo, é um sensível progresso na qualidade dos cursos de biologia. A primeira etapa da passagem da exposição para o diálogo consiste no uso da discussão estruturada. Os professores de biologia têm a sua disposição um valiosíssimo material para ajudá-los a desenvolver a capacidade de conduzir discussões em classe: os “Convites ao Raciocínio”, que são unidades didáticas escritas na forma de discussão, cujo objetivo é fazer o estudante participar intelectualmente de atividades de investigação. Cada exercício do livro consta de uma série de informações e perguntas que são feitas aos estudantes. No guia do professor, as respostas prováveis são apresentadas de forma a ga-

rantir, àqueles que não têm prática na condução de aulas de discussão, segurança ] começar. Assim que se começa a introduzir esse tipo de exercício, em geral a reação da classe é tão favorável que o professor passa a substituir as exposições por discussões.

Muitos professores não incluem discussões em seus repertórios de atividades didáticas, principalmente por não se sentirem seguros para fazê-lo, mas, quando apoiamos *Convites ao Raciocínio*, evoluem de um tipo de aula totalmente diretiva para um tipo mais ativo e participativo.

Os *Convites ao Raciocínio*, tais como foram desenvolvidos, têm como finalidade mostrar, passo a passo, os diferentes tipos de processos que ocorrem na investigação biológica e fazer com que o estudante participe de descobertas científicas numa atividade que exige imaginação e capacidade de raciocínio.

Seus objetivos são:

- Mostrar aos estudantes como o conhecimento surge da interpretação de dados.
- Mostrar que a interpretação e mesmo a procura de dados são feitas com base em conceitos e suposições, que se modificam à medida que o nosso conhecimento aumenta
- Mostrar que, como os princípios e conceitos mudam, o conhecimento muda também
- Mostrar que, embora o conhecimento mude, essa mudança se deve a boas razões, é, razões que levaram a um conhecimento mais completo que o anterior. Além da possibilidade de os conhecimentos atuais virem a ser revisados no futuro não signifique que eles sejam falsos. O conhecimento científico atual é baseado em fatos e conceitos que resistiram a vários testes, é o mais lógico e, portanto, merecedor de confiança (Schwab, 1972). (Veja o Quadro 5.1.)

#### Quadro 5.1 – Seleção natural

*Finalidade: elaboração de hipóteses*

[Muitos alunos poderão conhecer o assunto desse Convite e não o consideram interessante. Nesse caso, antes de omiti-lo sumariamente, lembre-se que um meio de introduzi-lo é salientar que as reportagens em publicações populares nem sempre são corretas e precisas.]

*Ao estudante: a.* Um grupo de homens estava trabalhando com gado leiteiro numa estação agrícola experimental. A população de moscas dos estábulos era tão numerosa que afetava a saúde dos animais. Por esse motivo, fumigaram o estábulo e o gado com uma solução de DDT, verificando que quase todas as moscas morreram.

Uma semana depois, o número de moscas era outra vez grande. Os operários fizeram nova fumigação com DDT e, como na vez anterior, a maioria das moscas foi destruída. Porém, novamente a população aumentou e uma vez mais aplicaram o inseticida. Essa seqüência de acontecimentos se repetiu várias vezes. Depois de quatro ou cinco fumigações, notou-se que o DDT era cada vez menos eficaz, sendo quase inócuo nas últimas aplicações. Elabore várias hipóteses para explicar os fatos acima descritos.

- [1. Decomposição do DDT com o tempo.
2. O DDT só é ativo sob certas condições do ambiente, que se modificaram no curso dos trabalhos: temperatura e umidade, por exemplo.
3. (Esta hipótese provavelmente não será aventada nesta altura e se o for, não deverá ser desenvolvida.) As moscas adquiriram resistência ao DDT.
4. Morreram apenas as moscas mais suscetíveis ao DDT.]

*Ao estudante: b.* Um dos homens observou que em todas as fumigações se usara a mesma solução de DDT. Pensou, então, na possibilidade de essa solução ter-se alterado com o tempo.

Sugira pelo menos duas maneiras diferentes para testar essa hipótese.

[A ênfase em diferentes maneiras para testar uma hipótese dá seqüência ao que foi dito no fim do Convite 12, ou seja, a investigação de diferentes problemas pode contribuir para uma maior segurança nas conclusões tiradas de cada um deles. No nosso caso, poder-se-iam usar soluções preparadas em épocas diferentes em diferentes populações de moscas. Um outro processo consistiria em analisar quimicamente soluções frescas e velhas, para verificar possíveis alterações. Evidentemente, nenhum dos procedimentos é perfeito, mas cada um deles traz uma contribuição para a solução do problema.]

*Ao estudante: c.* Preparou-se uma nova solução de DDT, que foi utilizada no estábulo da estação experimental. Entretanto, apenas algumas moscas morreram.

Essa mesma solução foi aplicada em outra população de moscas de um estábulo situado a alguns quilômetros da estação experimental. (As condições meteorológicas eram as mesmas quando se fizeram ambas as fumigações.) Os resultados foram semelhantes aos observados nas primeiras vezes em que o inseticida foi usado na granja experimental, ou seja, a maior parte das moscas morreu. Temos, portanto, dois resultados bem diferentes, com a mesma solução de DDT.

Vamos estudar nosso problema por partes, separando seus principais componentes. Podemos fazer a seguinte divisão:

1. "Alguma coisa" foi usada (o DDT).
2. As condições sob as quais essa "coisa" foi usada.
3. A maneira como se usou essa "coisa".
4. Alguma coisa sobre a qual o DDT foi usado (as moscas).

Até agora nossas hipóteses estão relacionadas apenas com alguns desses itens? Quais são eles?

[Itens 1 e 2.]

*Ao estudante: d.* A vantagem de se analisar uma situação-problema da maneira como fizemos na lista acima é permitir averiguar possibilidades não utilizadas e que não percebemos devido a "vendas" mentais que aplicamos inconscientemente ao nosso cérebro.

Que itens não foram usados na elaboração das nossas hipóteses?

[Itens 3 e 4. O item três pode ser desenvolvido como um exercício posterior, se o professor assim o desejar. Contudo, deve-se dar maior ênfase à possibilidade contida no item 4. É o que desenvolveremos em seguida.]

*Ao estudante: e.* Vejamos se é possível usar o item 4. De acordo com seus conhecimentos de Biologia, pense no que poderia ter acontecido com a população de moscas para explicar a diminuição da eficácia do DDT como inseticida.

[Os estudantes provavelmente necessitarão de auxílio, mesmo que já tenham aprendido alguma coisa sobre evolução e seleção natural. Uma maneira de ajudá-los seria a seguinte:]

Lembrá-los que, depois da primeira fumigação, a maioria das moscas morreu, mas algumas sobreviveram. Pergunte-lhes, então, a origem das novas populações de moscas, isto é, quais eram seus pais? Estariam eles entre as moscas sensíveis ao DDT ou entre as mais recentes? Em seguida, lembre aos estudantes que o estábulo foi fumigado de novo. Se há diferenças na população quanto à sensibilidade ao DDT, quais os indivíduos que provavelmente resistiram a segunda aplicação do inseticida?

Assim, os alunos podem ser levados a ver que a seleção natural, nesse caso em ambiente artificial (presença de DDT), poderia resultar na sobrevivência apenas dos indivíduos mais adaptados ao novo ambiente.

Fonte: SCHWAB, J. (sup.) *Convites ao Raciocínio*. Brasil, Fumbec-Cecisp, 1972, pp. 46-49.

Apresentados por meio de uma discussão, os conceitos ficam mais inteligíveis as aulas se tornam mais agradáveis e interessantes, desafiando a imaginação e a vida dos estudantes.

Tais atividades foram elaboradas principalmente para aulas teóricas ou práticas mas também podem ser usadas de outras formas; por exemplo, como estudos dirigidos ou como provas de avaliação.

A inclusão desses exercícios pelos professores em seus cursos pode ser feita de acordo com dois critérios: pelo assunto de que tratam ou pelo processo de investigação exemplificam. Originalmente os exercícios foram associados com base nos aspectos da pesquisa científica analisados. Por exemplo: o primeiro grupo trata de investigação simples segundo, de conceito de causa na pesquisa biológica; o terceiro, de relações quantitativas biologia; o quarto, do conceito de função; o quinto, da auto-regulação do organismo.

Seja qual for o critério, alguns cuidados devem ser tomados para sua boa execução: o exercício deve ser lido com cuidado, o material necessário para sua apresentação deve ser preparado antecipadamente, os problemas devem ser apresentados aos estudantes por via oral e depois escritos no quadro-negro ou distribuídos em forma mimeografada. O professor procurará fazer que os alunos deem suas opiniões, ouvindo a todos e tomando cuidado de não forçar nem dirigir as respostas.

A experiência de classe revela que os alunos normalmente reagem conforme a previsão que consta dos exercícios, apresentada entre colchetes, com comentários que auxiliam a condução dos trabalhos. Quando isso não acontece, o professor deve avaliar a sugestão e incorporá-la à discussão. Antes de descartar as respostas ilógicas ou improváveis, é preciso ouvir todos aqueles que quiserem participar, e só em seguida fazer uma análise das sugestões, descartando algumas absurdas, agrupando as semelhantes e passando depois para a fase seguinte. Em alguns casos, os alunos dão respostas que pulam várias etapas do exercício, o que não altera o resultado final da atividade, desde que o professor ou o aluno mostre a sequência do raciocínio.

A interferência do professor pode ser negativa quando ele fala demais e faz perguntas preleções, quando interfere nas respostas dos alunos antes que estes tenham tempo de dizer tudo o que querem e quando deixa a discussão ficar muito arrastada.

Além das discussões estruturadas, outros tipos de discussão podem ser organizados, com interferência e direção do professor cada vez menores e com objetivos básicos de:

1. Auxiliar na aprendizagem.
2. Desenvolver idéias novas.
3. Aumentar a interação aluno-aluno.

As mais comuns dessas discussões são os seminários, quando um aluno ou grupo de alunos faz uma exposição sobre um tópico e em seguida a classe discute para elucidar pontos obscuros, idéias controvertidas etc.

Em aulas de biologia têm sido descritas atividades desse tipo, em que o professor faz grupos de estudantes darem aulas para os colegas. Quando a atividade fica reduzida apenas à apresentação dos alunos, seu valor é muito limitado. Geralmente, só a equipe encarregada estuda o assunto e, passado o interesse de ver o desempenho dos colegas, os seminários tornam-se meras aulas dadas por expositores inexperientes e que desconhecem o assunto.

Para bem organizar seminários, algumas medidas são necessárias:

1. Todos os alunos devem receber os textos em tempo hábil para estudá-los.
2. Devem ser estabelecidos alguns mecanismos que garantam a leitura como, por exemplo, pedir que os alunos preparem perguntas sobre o texto com antecedência.
3. Passar à discussão generalizada, que pode ser coordenada pelo professor ou pelos alunos, quando serão respondidas as perguntas previamente preparadas.

## 5.4 DEMONSTRAÇÕES

As aulas de demonstração em biologia servem, principalmente, para apresentar à classe técnicas, fenômenos, espécimes etc.

A utilização de demonstração é justificada em casos em que o professor de economizar tempo, ou não dispõe de material em quantidade suficiente para toda a classe. Em alguns casos serve também para garantir que todos vejam o mesmo fenômeno simultaneamente, como ponto de partida comum para uma discussão ou para uma exposição.

Para que as demonstrações sejam realmente úteis, alguns cuidados devem ser tomados pelo professor:

1. O material em apresentação deve estar visível para todos os estudantes.
2. Para não distrair a atenção dos alunos, o material em demonstração deve ser simples, limitando-se o que fica sobre a mesa ao estritamente necessário.
3. O professor deve ser claro, falar alto e entusiasticamente, mostrando o desejo passo a passo, repetindo tantas vezes quantas forem necessárias para que todos possam acompanhar seu procedimento.

Para incentivar o ensino prático, o professor pode organizar um programa de demonstrações feitas pelos alunos, que se encarregam de preparar o material e dar a ele. Em geral os alunos ficam interessados tanto em participar como em observar as demonstrações.

## 5.5 AULAS PRÁTICAS

As principais funções das aulas práticas, reconhecidas na literatura sobre o ensino de ciências, são (Hofstein, 1982):

- despertar e manter o interesse dos alunos;
- envolver os estudantes em investigações científicas;
- desenvolver a capacidade de resolver problemas;
- compreender conceitos básicos;
- desenvolver habilidades.

As seguintes funções para as aulas de laboratório também são arroladas por outros grupos (Committee on High School Biology Education, 1990):

- formular, elaborar métodos para investigar e resolver problemas individualmente ou em grupo;
- analisar cuidadosamente, com companheiros e professores, os resultados e significados de pesquisas, voltando a investigar quando ocorrem eventuais contradições conceituais;
- compreender as limitações do uso de um pequeno número de observações para gerar conhecimento científico;
- distinguir observação de inferência, comparar crenças pessoais com conhecimento científico, e compreender as funções que exercem na ciência, como elaboradas e testadas as hipóteses e teorias;

- selecionar equipamento adequado para ser usado, com habilidade e com os cuidados devidos, durante os experimentos;
- desenvolver familiaridade crescente com organismos e interesse por fenômenos naturais.

As aulas de laboratório têm um lugar insubstituível nos cursos de Biologia, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. Na análise do processo biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a consequente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio.

Infelizmente, em lugar de a aula prática dar ocasião para o aluno se defrontar com o fenômeno biológico sem expectativas predeterminadas, a oportunidade muitas vezes é perdida, porque as atividades são organizadas de modo que o aluno siga instruções detalhadas para encontrar as *respostas certas* e não para resolver problemas, reduzindo o trabalho de laboratório a uma simples atividade manual.

O envolvimento do aluno depende da forma de propor o problema e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes. O mesmo assunto pode ser usado em um exercício que apenas vise a confirmação de uma teoria, ou usado como objeto de pesquisa.

Vários sistemas têm sido elaborados para classificar os exercícios de acordo com os critérios de liberdade concedida aos alunos para sua execução. Em geral, são reconhecidos quatro graus de liberdade, apresentados em ordem crescente: no primeiro nível, o tipo mais direto, o professor oferece um problema, dá instruções para sua execução e apresenta os resultados esperados; no segundo nível, os alunos recebem o problema e as instruções sobre como proceder; no terceiro nível, é proposto apenas o problema, cabendo aos alunos escolher o procedimento, coletar dados e interpretá-los; e no quarto nível, os alunos devem identificar algum problema que desejem investigar, planejar o experimento, executá-lo e chegar até as interpretações dos resultados.

Tabela 5.1

Tempo de embebição em horas	Sementes germinadas no dia									
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º
0										
12										
24										
48										
72										

Um exemplo de exercício proposto no primeiro nível seria: quanto mais tempo feijão fica embebido, mais depressa germina. Para verificar esse fato, separe 50 grãos de feijão. Marque cinco frascos com os seguintes dizeres: 12 horas, 24 horas, 48 horas, horas. Ponha dez sementes em cada frasco. É importante que todas elas, independentemente do tempo de embebição, sejam plantadas simultaneamente. Coloque as sementes em água, de maneira que todos os lotes completem o tempo de embebição concomitantemente. No dia do plantio, forre cinco placas de Petri com papel de filtro. Umede o papel e retire o excesso de água. Etiquete as tampas de cada uma com a mesma marcação dos frascos. Ponha as sementes que ficaram em embebição nas placas correspondentes. Deixe as placas tampadas em lugar onde a temperatura e a luz variem um pouco. Observe as sementes diariamente, durante dez dias, e anote o número de sementes germinadas. Prepare uma tabela em seu caderno, semelhante à Tabela 5.1.

No segundo nível, o exercício teria a mesma forma, mas a pergunta feita seria tempo de embebição das sementes antes do plantio influi na germinação?

No terceiro, nível, o exercício se resumiria em dizer aos alunos para organizarem uma experiência a fim de testar a seguinte hipótese: o tempo em que as sementes de feijão ficam embebidas, antes do plantio, influi na germinação? E, finalmente, no quarto nível, o professor diria: tenho aqui um conjunto de frascos com sementes de várias plantas. O que gostariam de saber sobre elas?

No decorrer de um curso de biologia é preciso que sejam feitos exercícios de vários níveis, com a garantia de que haja oportunidade para o aluno autonomamente tomar decisões, pô-las em prática e analisar os resultados de seus empreendimentos. No entanto, qualquer que seja o tipo de exercício, deverá ser seguido de uma discussão geral dos resultados obtidos, para que a atividade não fique reduzida apenas a uma manipulação de equipamento, sem nenhum raciocínio.

Embora a importância das aulas práticas seja amplamente reconhecida, na realidade elas formam uma parcela muito pequena dos cursos de biologia, porque, segundo os professores, não há tempo suficiente para a preparação do material, falta-lhes segurança para controlar a classe, conhecimentos para organizar experiências e também não dispõem de equipamentos e instalações adequadas.

Mesmo admitindo que alguns dos fatores mencionados possam ser limitante nenhum deles justifica ausência de trabalho prático em cursos de biologia. Um pequeno número de atividades interessantes e desafiadoras para o aluno já será suficiente para apoiar as necessidades básicas desse componente essencial à formação dos jovens, que lhe permite relacionar os fatos às soluções de problemas, dando-lhes oportunidades de identificar questões para investigação, elaborar hipóteses e planejar experimentos para testá-las, organizar e interpretar dados e, a partir deles, fazer generalizações e inferências.

Por outro lado, tão prejudicial como não dar aulas práticas é fazê-lo de forma desorganizada, em que os estudantes, sem orientação, não sabem como proceder, ficarão com uma visão deformada do significado da experimentação no trabalho científico.

O entusiasmo, o interesse e o envolvimento dos alunos compensam qualquer professor pelo esforço e pela sobrecarga de trabalho que possa resultar das aulas de laboratório.



## 5.6 EXCURSÕES

A maioria dos professores de biologia considera de extrema valia os trabalhos de campo e as excursões; no entanto, são raros os que as realizam. Os principais obstáculos à organização das excursões são: complicação para obter autorização dos pais, da direção da escola e dos colegas que não querem ceder seu tempo de aula, o medo de possíveis acidentes, a insegurança e o temor de não reconhecer os animais e plantas que foram encontrados, os problemas de transporte.

Muitos desses obstáculos são superáveis fazendo-se trabalhos de campo em locais perto da escola. Não há necessidade de autorizações especiais ou de veículos para levar a classe. A familiaridade com o local e a proximidade da escola diminuem a ansiedade do professor. Desde que este não assuma uma postura de autoridade indiscutível e enciclopédica, os alunos aceitarão normalmente, caso ele não possa identificar todos os organismos observados.

A partir do trabalho feito perto da escola, torna-se mais fácil organizar excursões para lugares mais distantes. No entanto, qualquer que seja o local visitado, os alunos devem ter um problema para resolver e, em função dele, observar e coletar dados. Uma excursão assim, como toda atividade didática, deve ter objetivos específicos que demandem a busca de informações em ambientes naturais, sem o artificialismo dos experimentos de laboratório, o que propicia uma experiência educacional insubstituível.

Além de ter tempo para executar tarefas das quais foram incumbidos, os alunos devem também observar o sítio onde trabalham e eventualmente identificar novos problemas interessantes, ver coisas novas, porque, com muita frequência, durante as excursões, ficam tão ocupados respondendo questionários ou preparando material para relatórios que não dispõem de tempo para olhar e apreciar o que vêem a seu redor.

As excursões têm uma importante dimensão cognitiva e também apresentam o que Eisner (1979) chamou de resultados expressivos que, embora não possam ser previstos com antecedência, são experiências estéticas e de convivência muito ricas e que variam de indivíduo para indivíduo.

As relações de alunos e professores fora do formalismo da sala de aula acabam sofrendo modificações que perduram depois da volta à escola, criando um companheirismo oriundo de uma experiência comum e uma convivência muito agradável e produtiva.

A organização de uma excursão inclui:

- uma etapa de preparação em que é feito o reconhecimento do local escolhido para o trabalho e a identificação dos problemas que serão investigados;
- elaboração do roteiro de trabalho contendo as instruções para o procedimento dos alunos e as perguntas que eles devem responder;
- trabalho de campo propriamente dito;
- trabalho em classe para organização dos dados e exame do material coletado;
- discussão dos dados para elaboração de uma descrição geral do sítio visitado e uma síntese final.

Para que não haja incoerência entre o que é dito sobre conservação da natureza: o comportamento do professor e dos estudantes, deve ser coletado apenas o material tritamente necessário e as alterações no local, causadas pela visita, devem também reduzir-se ao mínimo indispensável (veja Quadro 5.2).

### Quadro 5.2 – Trabalho de Campo

#### Preparação

- a) selecione um local nas proximidades do escola. Faça uma visita para reconhecimento e elaboração de um mapa do terreno selecionado;
- b) divida a classe em grupos de três ou quatro participantes. Dê a cada grupo uma cópia do mapa do local selecionado para a atividade;
- c) atribua a cada grupo uma tarefa. Explique que os alunos deverão encontrar o maior número possível de exemplos da situação descrita na tarefa.

#### Tarefas

1. Identifique e marque no mapa o maior número possível de exemplos de plantas que em certos locais crescem bastante e em outros locais são pouco desenvolvidas. Quais as causas das diferenças do desenvolvimento?
2. Descubra e marque no mapa os locais em que a densidade de plantas é grande. Qual a causa de tal densidade em cada um dos locais selecionados?
3. Descubra e marque no mapa os locais onde a densidade de plantas é pequena. Qual a causa de tal densidade em cada um dos locais selecionados?
4. Identifique as plantas mais comuns e as mais raras no local selecionado. Quais as causas de cada uma dessas condições?
5. Identifique o maior número possível de plantas diferentes no local de trabalho (Quando a tarefa é a mesma para todos os alunos, cada grupo deverá ter um recipiente para coletar as folhas, e o professor deverá providenciar um recipiente para guardar a coleta da classe). Os alunos tirarão duas folhas de cada planta e guardarão uma delas no recipiente do grupo e a outra folha deverá ser colocada no recipiente da classe. O professor poderá promover uma competição entre os grupos para verificar qual deles descobre o maior número de espécies.



6. Descubra o maior número possível de plantas ou animais que chamem sua atenção pelo cheiro, som e aspecto. As características consideradas são atraentes ou repelentes? Por quê?

#### Questões gerais

- Qual a característica predominante do local estudado?
- Quais os sinais de influência do homem no local?
- Como seria o local há vinte anos?
- Como será o local daqui há vinte anos?

## 5.7 SIMULAÇÕES

O termo, quando usado para designar uma modalidade didática, refere-se a atividades em que os participantes são envolvidos numa situação problemática com relação à qual devem tomar decisões e prever suas consequências.

Incluídas nessa ampla definição estão atividades muito diversas, desde dramatizações até o uso de computadores, para análise de processos complexos em que intervêm muitos fatores simultaneamente.

Os tipos de simulações mais simples são jogos, cuja função é ajudar a memorizar fatos e conceitos. São usados principalmente na forma de palavras cruzadas, *jogo da memória* ou *monopólio* (veja o Quadro 5.3).

### Quadro 5.3 – Ciclos biogeoquímicos em jogo

*Conteúdo programático:* ciclos biogeoquímicos

*Sumário:* por meio de um jogo de fixação de aprendizagem, são ressaltados aspectos importantes dos ciclos do carbono, oxigênio e nitrogênio, salientando-se a influência do homem.

#### Objetivos

1. Aplicar conhecimentos relacionados aos ciclos do carbono, oxigênio e nitrogênio a novas situações.
2. Identificar a influência da ação do homem nos ciclos do carbono, oxigênio e nitrogênio.

#### Pré-requisitos

O aluno deve ter estudado os ciclos do carbono, oxigênio e nitrogênio. Como o jogo propõe questões que podem não ser abordadas no livro didático adotado, convém que o professor as analise e chame a atenção dos alunos para esses aspectos em suas aulas.

#### Material (por equipe)

- 1 tabuleiro (Figura 1).
- 4 marcadores (tampinhas de garrafa pintadas com cores diferentes ou outros marcadores).
- 1 dado.
- 5 conjuntos de cartões-perguntas (vermelho, laranja, verde, azul e amarelo).
- 1 conjunto de cartões-problemas.
- 1 relação das respostas as questões e problemas propostos (para o chefe da equipe).

#### Preparação prévia

Cada equipe deve ter cinco alunos: quatro jogadores e um chefe do grupo.

Cada chefe deve preparar os cartões-perguntas e cartões-problemas de sua equipe. Deve também julgar as respostas que os jogadores darão. Para isso receberá uma cópia das páginas 72-73.

Cada equipe deve ampliar, numa folha de cartolina, um tabuleiro como o da Figura 1, colorindo as casas com as cores indicadas ou colando sobre elas papel colorido.

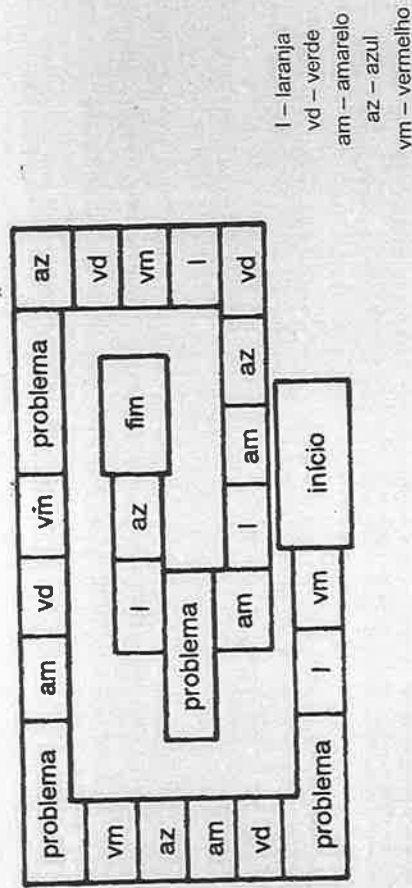


Figura 1

**Cartões-perguntas**

**Vermelhos**

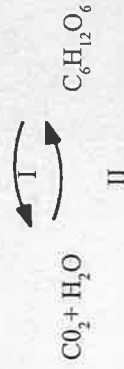
1. As plantas continuariam a existir se todos os animais morressem? Por quê?
2. Que atividades do homem aumentam a quantidade de gás carbônico no ar?
3. Que nome se dá às bactérias que eliminam nitrogênio para a atmosfera?
4. Que papel têm as bactérias, que vivem nas raízes das leguminosas, no ciclo do N<sub>2</sub>?

**Respostas**

1. Sim, porque não dependem dos animais para sua sobrevivência.
2. As atividades que envolvem queima de combustíveis: madeira, carvão, gasolina, querosene e outros.
3. Bactérias desnitrificantes.
4. Essas bactérias fixam nitrogênio do ar.

**Laranja**

1. Que organismos absorvem CO<sub>2</sub> da atmosfera?
2. Que organismos absorvem nitrogênio do ambiente?
3. Que processos representam os números I e II do esquema abaixo?



4. Para que ciclo são importantes as bactérias que vivem nas raízes das leguminosas?

**Respostas**

1. As plantas.
2. Bactérias fixadoras de nitrogênio.
3. I = respiração; II = fotossíntese.
4. Para o ciclo do nitrogênio.

**Verdes**

1. Que gás da atmosfera é constituído por elemento químico indispensável a todos os seres vivos, embora apenas alguns organismos sejam capazes de absorvê-lo?
2. Por que o carvão e o petróleo são incluídos nos ciclos do O<sub>2</sub> e do CO<sub>2</sub>?
3. Que organismos representam os números I e II do esquema abaixo?



4. Que aconteceria à vida animal se as plantas desaparecessem? Por quê?

*Respostas*

1. Nitrogênio.
2. Porque, ao serem queimados, há consumo de oxigênio e produção de gás carbônico.
3. Bactérias nitrificantes.
4. A vida animal desapareceria, por falta dos produtores de alimento.

*Azuís*

1. Em que processo os organismos eliminam  $\text{CO}_2$  para o ambiente?
2. Por que o carvão e o petróleo são chamados “combustíveis fósseis”?
3. Que bactérias transformam as proteínas de vegetais e animais mortos em amônia?
4. O que as bactérias que vivem nas raízes das leguminosas passam para essas plantas?

*Respostas*

1. Respiração.
2. Porque se formaram em épocas geológicas passadas.
3. As bactérias decompositoras.
4. Substâncias nitrogenadas, formadas a partir do nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) que elas fixam.

*Amarelos*

1. Em que processo as plantas eliminam  $\text{O}_2$  para o ambiente?
2. O homem usa nitrogênio do ar para produzir fertilizantes. Essa ação do homem é comparável à ação de que bactérias?
3. O resultado da queima de combustíveis é comparável à fotossíntese ou à respiração?
4. Que plantas são chamadas “adubos verdes”?

*Respostas*

1. Fotossíntese.
2. À ação das bactérias que fixam nitrogênio do ar (fixadoras).
3. Respiração.
4. Leguminosas.

*Cartões-problemas*

1. Com o aumento das combustões, a quantidade de  $\text{CO}_2$  do ar vem aumentando. Esse fato deu origem à seguinte suposição: “Os vegetais serão favorecidos e, depois de algum tempo, graças à fotossíntese, a quantidade de  $\text{CO}_2$  do ar voltará ao normal”. Exponha o raciocínio que levou a essa hipótese.
2. Afirma-se, às vezes, que a Floresta Amazônica é o “pulmão do mundo” e, se for destruída, a quantidade de  $\text{O}_2$  do ar diminuirá. Explique por que essa afirmação é errada.
3. Nos zonas industriais, deve-se incentivar a criação de áreas verdes, porque as plantas evitam a poluição. Explique por que essa afirmação não é correta.
4. A contínua fixação de  $\text{N}_2$  do ar pelas indústrias de fertilizantes poderá levar a um desequilíbrio do ciclo desse gás. O que se precisaria descobrir para evitar que isto acontecesse, sem interromper nem diminuir as atividades dessas indústrias?
5. Os agricultores cultivam soja e outras leguminosas e, depois da colheita das vagens, enterram as plantas para aumentar a fertilidade dos solos. As leguminosas são ricas em proteínas e, depois de certo tempo, o solo está rico em nitratos. Explique como isso acontece.
6. O  $\text{CO}_2$  forma uma camada isolante na atmosfera, diminuindo a difusão do calor. Por analogia, podemos dizer que funciona como um cobertor. Se essa camada não existisse, a temperatura da Terra seria ao redor de  $-40^\circ\text{C}$ . Com o aumento das combustões, o que poderá acontecer com essa camada e, conseqüentemente, com a temperatura da Terra?
7. Por que as leguminosas são vegetais ricos em proteínas?

8. Explique como o homem interfere no ciclo do  $\text{CO}_2$  e as possíveis consequências disso.
9. Explique uma maneira pela qual o homem interfere no ciclo do nitrogênio e sua possível consequência.

#### Respostas

1. Havendo mais  $\text{CO}_2$  os vegetais farão mais fotossíntese e consumirão mais  $\text{CO}_2$ .
2. A Floresta Amazônica é comunidade climax. Assim, todo  $\text{O}_2$  produzido pelas plantas é consumido na respiração das próprias plantas e dos animais que ali vivem. Portanto, não há saldo.
3. De modo geral os poluentes que prejudicam os animais também prejudicam as plantas. Logo, elas também são vítimas da poluição.
4. Precisaria ser descoberto um processo que acelerasse a desnitrificação.
5. As leguminosas enterradas são decompostas pelos decompositores que liberam amônia no solo. Essa amônia é transformada em nitratos pelas bactérias nitrificantes.
6. Essa camada poderá ficar mais espessa e a temperatura da Terra aumentará.
7. Porque em suas raízes vivem bactérias capazes de fixar nitrogênio do ar e formar compostos nitrogenados, que as leguminosas usam para sintetizar proteínas.
8. O homem, queimando combustíveis, provoca o aumento da quantidade de gás carbônico no ar. As consequências possíveis são: aumento da fotossíntese e aumento da temperatura da Terra.
9. O homem usa nitrogênio do ar para fabricar adubos nitrogenados e não utiliza nenhum processo que devolva nitrogênio para o ar. Com isso, a fixação de nitrogênio é maior do que a liberação, podendo vir a desequilibrar o ciclo. Uma outra interferência é o incentivo às culturas de leguminosas, o que também aumenta a fixação de nitrogênio do ar.

#### Como jogar

- a. Cada jogador, na sua vez, joga o dado e anda, com seu marcador, o número de casas indicado. Quando parar numa casa “problema”, retira um cartão-problema e quando parar numa casa colorida, retira um cartão-pergunta da cor correspondente.
- b. O cartão retirado deve ser lido em voz alta e respondido. O chefe da equipe julga o acerto da resposta e, quando alguém errar, não deve dizer qual é a resposta correta.
- c. Se a resposta a um cartão-pergunta for considerada correta, o cartão é retirado do jogo; o jogador avança duas casas e aguarda novamente sua vez de jogar. Se a resposta for considerada errada, o cartão-pergunta volta para o maço correspondente; o jogador retrocede duas casas e aguarda novamente sua vez de jogar.
- d. Se a resposta a um cartão-problema for considerada correta, o cartão é retirado do jogo; o jogador avança cinco casas e aguarda novamente sua vez de jogar. Se a resposta for considerada errada, o cartão retorna ao maço de cartões-problemas; o jogador retrocede cinco casas e aguarda novamente sua vez de jogar.
- e. Quando um dos maços de cartões terminar, os cartões retirados voltam para o jogo.
- f. Ganha o jogo quem chegar primeiro à última casa. Os demais jogadores continuam jogando até chegar à última casa determinando assim, quem ocupará o 2º, 3º e 4º lugares.

Fonte: *Subsídios para implementação da Proposta Curricular de Biologia para o 2º Grau*. Brasil, Ceccisp-Ceup, 1980, v.1, pp. 71-74.

Um outro tipo de simulação, chamado *role play* ou dramatização, destina-se envolver os alunos num conflito em relação ao qual devem formar juízos de valor. Essa modalidade didática que era usada para o ensino de ciências humanas passou a ser usada também para o ensino da biologia, com a finalidade de fazer os estudantes analisar as implicações sociais do desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A formação de juízos de valor sobre uma questão controversa geralmente consiste em:

- caracterizar o problema;
- coletar informações pertinentes para a análise do problema;

- avaliar a importância das informações obtidas;
- decidir e testar a validade da decisão;
- quando necessário, reconsiderar a primeira decisão.

Para fazer o aluno passar por todas as etapas do processo de avaliação, selecione-se uma situação conflitante que possa ser considerada de vários ângulos, que serão apresentados por personagens diferentes durante uma discussão. Um exemplo bastante comum e que se presta ao exercício é o debate sobre as vantagens e desvantagens da instalação de uma fábrica em determinada região. O conflito básico será a contraposição do aumento das possibilidades econômicas à alteração do meio ambiente. Os personagens que apresentarão os diversos pontos de vista serão: os futuros operários interessados na abertura de mais uma frente de trabalho, os engenheiros que fazem a análise técnica do problema, os comerciantes interessados no aumento do poder aquisitivo dos moradores, profissionais como médicos, veterinários e professores que apontam as possíveis modificações do ambiente, os moradores da região que desejam mantê-la inalterada etc.

Num primeiro momento, os alunos são incumbidos de diversos papéis, devendo procurar argumentos para defender a posição do personagem, mesmo que seja diferente da sua própria. Após algum tempo para preparação do debate, é feita a discussão na qual são apresentados os possíveis resultados sociais, econômicos, políticos, emocionais e ambientais de cada decisão. Num segundo momento, os alunos podem deixar de argumentar à maneira dos personagens, e passar a defender suas próprias opiniões.

A atividade apresenta muitas vantagens: cada aluno deve discutir para fazer valer seu ponto de vista, apresentar uma situação complexa para análise, o que demanda conhecimento de vários assuntos, e o professor, embora seja o organizador da atividade, não aparece em posição central.

O risco que se corre é o de a argumentação tornar-se um mero exercício retórico, podendo descambar para o exagero ou criar uma atmosfera artificial que mascara o sentido da atividade.

Algumas das objeções podem ser eliminadas desde que se escolha para o estudo uma situação real que interesse aos alunos, selecione os personagens também de um ambiente próximo e se use, na discussão, os mesmos elementos usados por aqueles que estão efetivamente participando da questão. Essa solução que dá relevância e sentido ao exercício pode, no entanto, provocar antagonismo de alguns pais e outros elementos da comunidade.

Outros tipos de simulações têm como finalidade apresentar situações complexas que são representadas por modelos matemáticos, cuja utilização é relativamente recente e rara em biologia, embora sejam muito usadas em outras áreas, principalmente economia e administração (veja o exemplo abaixo).

### Quadro 5.4 – Flutuações nas populações – uma simulação

*Conteúdo programático:* influência de fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento de uma população.

*Sumário:* de uma simulação, na qual representarão o papel de plantas, herbívoros e carnívoros de uma comunidade, os alunos obtêm dados que permitem analisar a interação presa-predador.

#### Objetivos

1. Reconhecer que, numa comunidade, a densidade das populações de vegetais depende da densidade da população de herbívoros que deles se alimentam.
2. Reconhecer que, numa comunidade, a densidade de uma população de herbívoros depende da densidade da população de vegetais e da densidade da população de seus predadores.
3. Reconhecer que, numa comunidade, a densidade de uma população de carnívoros depende da densidade da população de presas.
4. Identificar oscilações e flutuações no crescimento de populações de plantas herbívoros e carnívoros, relacionadas por meio do alimento.
5. Concluir que o predador regula o crescimento da população de presas e esta por sua vez, regula o crescimento da população de predadores.

#### Material para o professor

Prepare uma tabela como a Tabela 1 para, durante o jogo, anotar o número de “plantas”, “coelhos” e “jagatiricas” que comecem cada rodada.



Tabela 1

Nº de rodadas	Plantas	Coelhos	Jaguatiricas
1			
2			
3			
...			
15			

### Introdução

O tamanho de uma população sofre a influência das relações alimentares que existem entre ela e outras populações. Para entender de que maneira isso acontece, faremos um jogo.

**Baseando-se no item “Como jogar”, explique aos alunos o procedimento que deverão seguir.**

### Como jogar

a. Divida os estudantes em três grupos: 40% dos alunos da classe representarão as plantas de uma região; 30% serão coelhos, que se alimentam de plantas; 30% serão jaguatiricas, que caçam os coelhos. Anote, na primeira linha da tabela, o número de alunos que representa cada população.

b. As plantas devem formar o perímetro da área destinada ao jogo. Como essa área deve ser ampla, faça a atividade no pátio da escola. Os coelhos devem ficar no interior da área, à distância de, pelo menos, 1,5 m das plantas. Para diferenciar esses personagens dos demais, eles poderão usar, por exemplo, um chapéu de papel. As jaguatiricas ficarão onde quiserem, mas no interior da área limitada pelas plantas.

c. O jogo consistirá de 15 rodadas e cada rodada terá a duração de 20 segundos. Quando você der o sinal para o início da rodada, os alunos que representam as plantas deverão erguer os braços, permanecendo imóveis nessa posição. Cada coelho tentará tocar numa planta, sem ser apanhado pelas jaguatiricas. Cada vez que um coelho tocar em uma planta, significa que encontrou alimento. A planta e o coelho saem, formando um par fora da área do jogo. Os coelhos estarão a salvo das jaguatiricas quando se abaixarem e permanecerem imóveis, mas terão que levantar-se para procurar alimento. Cada jaguatirica que capturar um coelho deve sair com sua presa, formando um par fora da área do jogo.

4955

d. No fim de cada rodada, os roedores e as jaguatiricas que permanecerem na área são os que não encontraram alimento e morreram de fome. Eles e mais as plantas que sobraram serão as plantas da rodada seguinte. Dos alunos que estão fora da área, as plantas voltam como coelhos e os coelhos voltam como jaguatiricas. Os coelhos e as jaguatiricas bem-sucedidos voltam, respectivamente, como coelhos e jaguatiricas. Vejamos por quê.

O jogo é um modelo para analisar o que ocorre na natureza. O regulamento proposto esquematiza a transferência de nutrientes. Animais mortos são decompostos e muitas das substâncias que os compõem voltam para o solo, sendo posteriormente absorvidas pelas plantas. Quando os herbívoros comem plantas incorporam parte dos materiais que as constituem: a mesma coisa acontece com os carnívoros: incorporam parte das substâncias que constituíram suas presas.

Para herbívoros e carnívoros, o número de filhotes que sobrevive e crescem também depende da quantidade de alimento disponível. Uma simplificação desses acontecimentos levou aos regulamentos do jogo: coelhos e jaguatiricas que não conseguiram alimento voltam como plantas na rodada seguinte. Plantas que serviram de alimento aos coelhos, voltam como coelhos, e os coelhos que foram caçados por jaguatiricas voltam como jaguatiricas.

### Procedimento

Concluído o jogo, escreva a tabela na quadro-negro, para os alunos construírem gráficos com os dados obtidos. Combine com eles as escalas que usarão. Inicialmente, deverão marcar, no gráfico, os pontos que representam o número de plantas no início de cada rodada. Em seguida, devem unir esses pontos com lápis de cor:

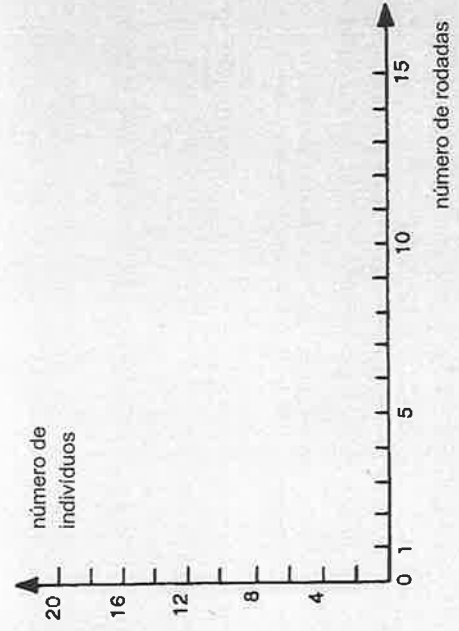


Figura 5.1



1. Em que rodada o número de plantas foi maior? Em que rodada foi menor?
2. Houve algum período em que o número de plantas variou pouco ou não variou?
3. Houve períodos em que o número de plantas diminuiu acentuadamente?
4. Houve períodos em que o número de plantas aumentou acentuadamente?
5. Que fator determinou esse tipo de curva para a população de plantas?

R. *A atividade da população de coelhos.*

**Peça aos alunos que construam, no mesmo gráfico, com outro lápis de cor a curva para a população de coelhos.**

6. Que rodada começou com maior número de coelhos? Quantas plantas havia nessa rodada?
7. Que rodada começou com menor número de coelhos? Quantas plantas havia nessa rodada?
8. A medida que o número de coelhos aumenta, o número de plantas aumenta ou diminui? Explique por que isso acontece.

R. *Quando o número de coelhos aumenta, o número de plantas diminui. Maior número de coelhos significa maior necessidade de alimento; como as plantas são o alimento dos coelhos, o número delas diminui com a procura.*

9. Além da disponibilidade de alimento, que outro fator influenciou no crescimento da população de coelhos?

R. *A atividade da população de jaguatiricas.*

**Os alunos devem, agora, construir a curva que mostra as variações na população de jaguatiricas.**

10. Houve variações no tamanho da população de jaguatiricas?
11. Em que rodada o número de jaguatiricas foi mais baixo?
12. Nessa rodada, a população de coelhos estava aumentando, diminuindo ou tinha alcançado seu número máximo? E a população de plantas? Explique esse resultado.

13. Em que rodadas o número de jaguatiricas foi maior? Relacione esse acontecimento ao crescimento das populações de coelhos e de plantas.

O que ocorreu no jogo, ocorre também nas populações naturais. O crescimento das populações é influenciado por diversos fatores. Um deles é a relação presa-predador.

14. Se no jogo houvesse, inicialmente, 16 plantas, 12 coelhos e nenhum jaguatirica, quantas plantas e quantos coelhos existiriam no início da segunda rodada?

R. *Quatro plantas e 24 coelhos.*

Na ausência de predador, a população de herbívoros cresce, no início, aceleradamente e passa a consumir todo o alimento disponível. Muitas vezes segue a fome, e a população é destruída ou se reduz a um mínimo.

15. Qual o papel do predador no crescimento da população de presas? E o da presa no crescimento da população de predadores?

R. *O predador regula o crescimento da população de presas, impedindo que chegue a uma densidade elevada. Por outro lado, a população de presas também regula a população de predadores.*

Fonte: *Subsídios para Implementação da Proposta Curricular de Biologia para o 2º Grau*. Brasil, Cecisp-Cenp, 1980, v. 1, pp. 45-47.

## 5.8 INSTRUÇÃO INDIVIDUALIZADA

São assim chamadas todas as atividades em que o aluno tem liberdade para seguir sua própria velocidade de aprendizagem. Nessa definição vaga e ampla situamos vários tipos de trabalhos escolares: a instrução programada, os estudos dirigidos, as aulas *on line* e, eventualmente, projetos.

Na década de 1960 houve, no Brasil, um surto de entusiasmo pelo ensino individualizado por meio de textos comuns ou programados. Como decorrência tanto de ideias sobre a validade educacional dessa prática como de dificuldades logísticas de organização dos cursos, houve um sensível declínio no interesse por esses programas (1973), que elaborou um curso programado de biologia para alunos do curso de psicanálise, em sua avaliação dos resultados, além de salientar problemas de organização de atividades, chama a atenção para uma outra ordem de obstáculos: “em termos gerais, o que as dificuldades encontradas pelos alunos podem ser resumidas em dois itens:

introdução simultânea de um número alto de conceitos novos para o aluno e/ou a proposição de tarefas para cuja execução era necessário um repertório verbal excessivamente complexo para muitos”.

Acrescentam-se às barreiras derivadas das dificuldades de organização e de elaboração do material as decorrentes da falta de disciplina dos estudantes na manutenção do ritmo de trabalho ao longo do curso. Assim, são hoje poucos os casos conhecidos de cursos de biologia que usam ensino individualizado programado.

Em contraposição, é muito comum nesses cursos uma outra modalidade de instrução individualizada – o chamado estudo dirigido, escrito ou mediado pelo computador. Na maioria dos casos, o nome é impropriamente usado para denominar conjuntos de questões existentes no livro adotado, que os alunos respondem recorrendo à memória ou fazendo transcrições literais do texto, ou ainda assinalando a alternativa correta numa questão de múltipla escolha. O estudo dirigido feito dessa forma pode, quando muito, auxiliar a fixação de certas informações, mas, segundo Castro (1976), que prefere a expressão “trabalho dirigido”, seus objetivos são muito mais abrangentes, servindo para promover integração ou coordenação de conhecimentos, aplicação em exercício de noções já conhecidas, além de ser um “meio de desenvolver interesse, despertar problemas ou resolvê-los como incentivo para atividades de construção e criatividade”. Trabalhos dirigidos que ficam reduzidos a exercícios de mera evocação de conhecimentos não podem cumprir a extensa e variada gama de funções que esse tipo de atividade deve ter no aprendizado de biologia.

Os trabalhos dirigidos devem ser organizados com o envolvimento de leituras de texto para solução de problemas, execução de experimentos e busca de bibliografia, o que poderá melhorar gradualmente os hábitos de estudo dos alunos.

Uma possível objeção ao trabalho dirigido é a diretividade da tarefa, o que limitaria a iniciativa do aluno na busca de leituras e material para estudo. Esse perigo pode ser afastado se as tarefas atribuídas aos estudantes forem flexíveis, deixando-lhes também tempo para outras atividades, nas quais pode-se, também, fazer uso do computador (veja Quadro 5.5).

### Quadro 5.5 – Princípio de Hardy-Weinberg

*Conteúdo programático:* genética de populações

*Sumário:* analisando-se os descendentes de cruzamentos, em gerações sucessivas, constituídas por indivíduos homocigotos e heterocigotos para um par de genes, chega-se ao princípio de Hardy-Weinberg. Em seguida descrevem-se as circunstâncias que levaram Hardy a enunciar o princípio em que se baseia a genética de populações.

### Objetivos

1. Verificar, por meio da análise de descendentes de cruzamentos, que as frequências dos genes permanecem constantes de geração em geração.
2. Reconhecer a contribuição de Hardy e de Weinberg para o desenvolvimento d genética de populações.
3. Enunciar o princípio de Hardy-Weinberg.

### Introdução

Nessa atividade veremos o que acontece com as frequências dos genes d uma população, quando se consideram gerações sucessivas.

### Procedimento

Suponhamos que, numa ilha, viva uma população constituída exclusivamente por indivíduos de genótipo aa. Em outra ilha, todos os indivíduos são AA. Suponhamos, ainda, que as duas populações tenham o mesmo número de indivíduos, todos igualmente férteis, e que sejam reunidas, de modo a formar uma única população.

Nessa nova população, haverá quatro tipos possíveis de cruzamentos: machos AA x fêmeas AA; machos AA x fêmeas aa; machos aa x fêmeas AA; machos aa x fêmeas aa. Se esses cruzamentos ocorrerem ao acaso, pode-se determinar frequência de ocorrência de cada um deles.

1. Complete a tabela seguinte, determinando a frequência de cada cruzamento:

	♀ AA 1/2	♀ AA 1/2	♀ aa 1/2
♂ AA 1/2	AA x AA	AA x AA	AA x aa
♂ aa 1/2	aa x AA	aa x AA	aa x aa

Suponhamos que, de cada cruzamento, resulte um número, igual de descendentes, que constituirão a primeira geração.

2. Qual é a frequência esperada para cada genótipo dessa primeira geração?

Vamos agora considerar todos os cruzamentos possíveis entre os indivíduos dessa geração.

3. Complete a tabela abaixo, indicando os cruzamentos possíveis dos indivíduos dessa geração e a frequência com que cada um pode ocorrer.

	fêmeas	machos		
		AA	Aa	aa
AA = 1/4		1/4		
Aa = 2/4			2/4	
aa = 1/4				1/4

Vamos agora considerar os genótipos possíveis para os descendentes desses cruzamentos. Por exemplo:

4. Quais são os genótipos possíveis para os descendentes do cruzamento entre machos AA e fêmeas Aa? Qual é a frequência de cada genótipo resultante?

R. AA = 1/8; Aa = 1/8.

5. Quais são os genótipos possíveis para os descendentes do cruzamento Aa x Aa? Qual é a frequência de cada um?

R. AA = 1/16; Aa = 1/8; aa; = 1/16.

Represente no quadro-negro a tabela seguinte, omitindo a última linha (totais) e preencha a segunda e a terceira colunas com dados fornecidos pelos alunos.

Cruzamentos		Descendentes	
Tipos	Frequências		
AA x AA	1/16	1/16 AA	
AA x Aa	4/16 = 1/4	1/8 AA + 1/8 Aa	
AA x aa	2/16 = 1/8	1/8 Aa	
Aa x Aa	4/16 = 1/4	1/16 AA + 1/8 Aa + 1/6 aa	
Aa x aa	4/16 = 1/4	1/8 Aa + 1/8 aa	
aa x aa	1/16	1/16 aa	
Totais	1	1/4 AA + 1/2 Aa + 1/4 aa	

6. Qual é a soma das frequências dos cruzamentos?

R. 1 (1/16 + 1/4 + 1/8 + 1/4 + 1/4 + 1/16).

7. Entre os descendentes, qual é a frequência total de indivíduos:

a. AA?

R. 1/4 (1/16 + 1/8 + 1/16).

b. Aa?

R. 1/2 (1/8 + 1/8 + 1/8 + 1/8).

c. aa?

R. 1/4 (1/16 + 1/8 + 1/16).

Com esses dados, acrescente a última linha da tabela. Em seguida, chame a atenção dos alunos para o seguinte: os descendentes dos cruzamentos constituem a segunda geração. Nela, os genótipos e as frequências com que ocorrem são os mesmos vistos para a primeira geração:

1/4 AA : 1/2 Aa : 1/4 aa.

8. Na geração seguinte, quais serão os genótipos possíveis e em que frequência ocorrerão?

Obs.: – Os alunos devem perceber que a tabela seria idêntica à anterior. A tabela é sempre a mesma para qualquer número de gerações que se considere.

No exemplo estudado, a relação entre os genótipos é 1:2:1. Vamos considerar agora um caso em que, na população inicial, 1/4 dos indivíduos seja RR 3/4 sejam rr. Nessa população, os cruzamentos dão-se ao acaso, e de cada um deles resulta o mesmo número de descendentes.

9. Determine os genótipos da primeira geração e as frequências com que ocorrem.  
R. RR = 1/16; Rr = 6/16; rr = 9/16.

10. Qual é a proporção entre os genótipos?

R. 1:6:9.

11. Indique os cruzamentos possíveis entre os indivíduos dessa geração e as freqüências com que ocorrem.

$$R. RR \times RR = 1/256; RR \times Rr = 12/256; RR \times rr = 18/256; Rr \times Rr = 36/256; Rr \times rr = 108/256; rr \times rr = 81/256.$$

12. Os descendentes desse cruzamento constituem a segunda geração. Nesta geração, qual é a freqüência de indivíduos.

a. RR?  
R.  $16/256 = 1/16$ .

b. Rr?  
R.  $96/256 = 6/16$ .

c. rr?  
R.  $144/256 = 9/16$ .

13. Houve alteração nas freqüências de genótipos entre a primeira e a segunda geração?
14. Se os cruzamentos continuarem sendo ao acaso e deles resultar igual número de descendentes, qual será a proporção esperada entre os genótipos da terceira geração?  
R. 1:6:9.

Vemos assim que as freqüências dos genótipos permanecem constantes de geração em geração. Quando isso acontece, dizemos que a população está em equilíbrio.

A idéia desse equilíbrio genético foi introduzida em 1908 por um matemático inglês, G. H. Hardy e, quase simultaneamente, por um médico alemão, W. Weinberg. As circunstâncias que levaram Hardy, um matemático, a contribuir para os estudos de Genética, são as seguintes:

Em 1908, quando os estudos de Genética estavam começando a se desenvolver (as leis de Mendel, embora publicadas em 1866, ficaram ignoradas até 1900), Hardy leu, numa publicação da *Royal Society of Medicine*, um comentário feito por um biólogo à aplicação dos resultados obtidos por Mendel. O biólogo dizia o seguinte: “se a braquidactilia (dedos da mão mais curtos do que o normal) for dominante, pode-se esperar que, no decorrer do tempo, haja três pessoas com a anomalia para uma pessoa normal”.

Hardy escreveu então uma carta ao editor da revista *Science*, na qual, depois de desculpar-se “por intrrometer-se em assuntos dos quais não tinha os conhecimentos de especialista”, corrigia a conclusão errônea que o biólogo, autor da crítica, tirara das leis de Mendel. Em alguns parágrafos dessa carta, Hardy demonstrou que, para um par de “caracteres mendelianos, a proporção de indivíduos homocigotos dominantes (AA), heterocigotos (Aa) e recessivos (aa) permanece constante de geração em geração, desde que a população seja suficientemente grande para os cruzamentos darem-se ao acaso e desde que todos os indivíduos sejam igualmente férteis”.

Demonstrou também que não havia nenhum fundamento na idéia de que um caráter dominante tendesse a estender-se por toda a população ou que um caráter recessivo tendesse a desaparecer. Apresentou ainda a fórmula  $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ , que expressa o equilíbrio genético das populações.

Os geneticistas, baseando-se nas conclusões de Hardy, logo verificaram que a constância entre as proporções dos genótipos resulta da constância das freqüências dos genes nas populações. Assim, chegaram ao conceito de *gene pool* que considera o total de genes e suas freqüências numa população e não a aparência dos indivíduos que transportam esses genes.

No mesmo ano em que Hardy mandou sua carta à revista *Science*, Weinberg, trabalhando na Alemanha, chegou às mesmas conclusões sobre populações em equilíbrio.

Hardy e Weinberg abriram um novo campo para os estudos de Genética: a Genética de Populações, que se baseia no princípio conhecido como princípio ou lei de Hardy-Weinberg:

Numa população, em que os cruzamentos ocorram ao acaso e deles resultem, em média, igual número de descendentes, as freqüências relativas dos alelos tendem a permanecer constantes de geração em geração.

A fórmula que expressa o equilíbrio genético das populações é conhecida como fórmula de Hardy-Weinberg:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

## 5.9 PROJETOS

São atividades executadas por um aluno ou por uma equipe para resolver um problema e que resultam em relatório, modelo, coleção de organismos, enfim, em um produto final concreto. Seus objetivos educacionais mais importantes são o desenvolvimento da iniciativa, da capacidade de decidir e da persistência na execução de uma tarefa. A função do professor é orientar, auxiliar a resolver as dificuldades que forem surgindo no decorrer do trabalho e analisar as conclusões, o que exige dele uma postura bem diversa das necessárias para a condução de atividades mais diretivas.

O difícil é dosar a participação garantindo que os jovens tenham independência e orientação. Com frequência são constatados casos de professores que pedem aos alunos que façam projetos para feiras de ciências ou exposições escolares, sem lhes dar maiores explicações. Os estudantes, justamente, ficam sem saber o que fazer e são incapazes de atender à ordem recebida.

Portanto, quando os alunos já têm interesse por algum problema específico, cabe ao professor verificar se o projeto é executável nas condições da escola e no tempo disponível e se está ao alcance dos conhecimentos dos estudantes. Quando os alunos não têm projeto, o docente deve estar preparado para apresentar-lhes uma lista de questões dentre as quais eles possam escolher alguma que queiram pesquisar.

De forma geral são conhecidas as seguintes fases para o desenvolvimento de um projeto:

- *seleção do problema a ser investigado*: teoricamente os alunos deveriam ter liberdade de escolha, devendo o professor orientá-los apenas quando necessário. No entanto, é preciso ter uma lista de sugestões para que aqueles que não têm idéias possam escolher algum problema de seu interesse. Por exemplo: o efeito de fatores, como luz, temperatura, solo etc., no crescimento de plantas, na germinação de sementes etc.; levantamento da flora e fauna de uma determinada área; a composição química de plantas e animais; partes de plantas comestíveis; o comportamento de animais como insetos, aranhas, peixes, aves e mamíferos mantidos em zóos; cultivos de plantas de uso como seringueira, sisal, algodão; extração de fibras; a construção de um aquário ou terrário; o estudo de problemas de contaminação num biotério etc.;
- *elaboração do plano de trabalho*: os estudantes, nessa etapa, discutem o trabalho que irão realizar, bem como as dificuldades de sua execução até chegarem a um detalhamento das operações necessárias para o seu sucesso, ou mesmo, em alguns casos, decidirem pela sua inexequibilidade e conseqüente abandono;
- *execução do plano elaborado*: a obtenção de dados e a execução da pesquisa exigem divisão de tarefas entre os membros do grupo, além do preparo de um cronograma e uma discussão periódica do andamento do plano para eventuais modificações;

- muitos professores consideram parte essencial do projeto a obtenção de produto final. Em muitos casos um projeto pode ser bem-sucedido em termos educacionais mesmo sem chegar a um resultado concreto como um relatório, um modelo, uma coleção etc. O que é imprescindível é que os alunos tenham interagido e colaborado num empreendimento para o qual estavam motivados.

Quando o projeto fica pronto, o professor tem ainda uma tarefa difícil, a de avaliar os seus resultados e avaliar o que é mais importante, o produto final ou o processo de execução. Como a tarefa tem por fim, mais do que a aquisição de informações, as atividades durante a sua execução, itens como persistência, disciplina e aceitação de responsabilidades no grupo devem ser levados em conta na avaliação final.

O espírito de competição que se cria entre os alunos é um dos fatores que produzem efeitos negativos, afastando-os dos objetivos mais importantes da atividade e concentrando seus esforços no produto, mesmo que para isso precisem recorrer a auxílio externo de pais, amigos etc.

Embora sejam reconhecidas as vantagens do uso de projetos, que têm defensores entusiastas (Frota-Pessoa, 1970), são também reconhecidas as suas limitações. A mais importante é o despreparo dos professores, pois a grande maioria sente-se insegura ante a responsabilidade de orientar uma pesquisa. Acrescenta-se a esse temor a falta de tempo para trabalhar com indivíduos ou pequenos grupos e a falta de equipamento e instalações para atender a necessidades muito diversas e imprevisíveis.

Projetos desenvolvidos em clubes de ciências, como atividades extracurriculares em que há participação de pessoas da comunidade interessadas em trabalhar com os alunos, além de membros do corpo docente da escola, geralmente dão bons resultados.

### Tecnologias educacionais

Qualquer que seja a modalidade didática que o professor escolha e use, ela precisa ser complementada, com vantagem, por recursos tecnológicos como vídeo, retroprojetor, filmes, programas e ferramentas tecnológicas, entre muitos outros. Em nossas escolas muitos desses instrumentos são ainda pouco usados, mas é necessário que os docentes conheçam sua utilidade para que possam reivindicar sua aquisição.

O computador, como já indicamos, serve para fornecer dados e permitir a participação do aluno na solução de problemas. Trabalhando no seu próprio ritmo, o aluno envolve em simulações de experiências que seriam inviáveis no laboratório, o que permite a análise imediata dos resultados e, quando necessário, a revisão de suas hipóteses e a reformulação de seus projetos. Assim, o estudante passa a pensar e a agir de forma muito próxima à dos cientistas em seus laboratórios, que estão constantemente experimentando, chegando a soluções por meio de tentativas que são aceitas ou descartadas.

Os meios de comunicação de massa influem hoje poderosamente na concepção de mundo das pessoas. A existência de jornais e livros para os que gostam de ler, de rádios e televisão para os que preferem ouvir, de canais de televisão para os que também

querem ver, envolvem sentidos que muitas vezes não são mobilizados no processo de ensino formal.

É preciso que o professor auxilie o aluno a analisar e a decodificar as mensagens, tanto no material preparado para a escola como nos programas de rádio, televisão e na leitura de jornais e revistas para o público em geral. **Discussões em classe** sobre a percepção que os alunos têm do significado das mensagens emitidas tornam os cursos mais relevantes e educativos.

### Atividades

1. Escolha um exercício de laboratório e peça aos alunos que o reescrevam de forma a atender os quatro níveis de diretividade.
2. Escolha um tema de aula e peça aos alunos que o preparem na forma de *Conversas ao Raciocínio*.
3. Escolha um tema em debate na sua região. Usando os argumentos da contravérsia, componha os personagens e organize uma simulação.
4. Peça aos alunos que preencham o quadro abaixo com a modalidade didática que achem mais adequada para cada um dos seguintes comportamentos:

Objetivos	Modalidades mais indicadas		
	1.ª opção	2.ª opção	3.ª opção
Memorizar fatos			
Interpretar dados			
Desenvolver a criatividade			
Desenvolver a capacidade de expressão			
Analisar problemas de valor			
Desenvolver hábitos de leitura			

5. Execute as atividades incluídas como exemplo nesse capítulo. Analise as suas possibilidades e limitações como modalidades didáticas.
6. Organize uma tabela para avaliar as possibilidades e limitações de diversos tipos de modalidades didáticas:

Modalidade	Vantagens	Desvantagens	Material e ambiente necessários
Aula expositiva			
Discussão			
Aula prática			
Jogo			
Projeto			

7. Organize com seus alunos as simulações sobre genética humana. Após a discussão debata as vantagens e desvantagens da modalidade didática.

Acreditamos que a inclusão, e mesmo a ênfase na abordagem de tópicos relacionados à genética humana, deve fazer parte da formação do aluno do ensino médio, sendo mesmo, algumas vezes, substituir os exemplos clássicos de genética animal e vegetal.

O estudo de características genéticas humanas pode ser útil na aprendizagem de mecanismos de herança e pode também contribuir para a aquisição de conhecimentos embasados em decisões e opções com relação ao planejamento familiar.

Conhecer os mecanismos responsáveis pelas malformações genéticas e os recursos disponíveis para preservar a saúde, evitando-as ou minimizando seus efeitos, contribui para formar um cidadão capaz de fazer opções e tomar decisões no plano individual e coletivo.

As duas atividades seguintes são uma sugestão para explorar com os alunos conhecimentos relativos à origem e à natureza das aberrações cromossômicas, tal como as possibilidades e limitações dos serviços de aconselhamento genético e também abrir a discussão de argumentos que os preparem para tomada de decisões.

### Atividade A: o exame cromossômico

#### Procedimento do professor

Uma simulação do procedimento adotado em rotina nos serviços de aconselhamento genético poderá facilitar a compreensão dos mecanismos envolvidos. Com o fim, sugerimos que apresente a seus alunos uma situação comumente encontrada nas instituições que prestam esse tipo de serviço:



“Um casal tem um bebê que nasceu com características anômalas. O exame clínico aponta para uma síndrome de origem genética e, por esse motivo, a família é encaminhada a um centro de genética médica.

Nesse centro, a criança é novamente examinada e os sinais encontrados (hipotonia muscular, face achatada, fissuras palpebrais oblíquas com ângulos externos elevados, pele abundante no pescoço, prega palmar transversa única e orelha de baixa implantação) sugerem como diagnóstico a síndrome de Down, causada por uma aberração cromossômica. (Para conhecer maiores detalhes sobre essa síndrome, veja o texto de apoio que acompanha essas atividades.)

Para confirmar o diagnóstico e ter elementos para posterior orientação à família, os geneticistas solicitam um exame cromossômico, o cariótipo.”

Explique aos alunos que, para realizar esse exame, é preciso obter células em processo de divisão. Para isso, coleta-se sangue do indivíduo e, no laboratório, *in vitro*, estimula-se a divisão das células ali presentes. Passado algum tempo, suficiente para que várias gerações de células tenham se formado, usam-se substâncias apropriadas e interrompe-se o ciclo de divisões na fase de metáfase. Nesse estágio os cromossomos duplicados encontram-se ainda unidos pelo centrômero e bastante condensados. Preparam-se lâminas desse material que, depois de coradas, são observadas ao microscópio óptico (Anexo 1).

Os cromossomos obtidos por essa técnica são então analisados quanto ao número (aberrações numéricas) e estrutura (aberrações estruturais).

Para facilitar o exame, os cromossomos são organizados em grupos, de acordo com suas características estruturais – tamanho e posição do centrômero.

### Cariótipo normal

O grupo A, com três pares, inclui os cromossomos maiores da célula. Dois desses pares têm o centrômero localizado no meio do seu comprimento – são metacêntricos; no terceiro par, o centrômero fica um pouco deslocado para uma das extremidades.



Figura 5.2 Cariótipo normal.

No grupo B, ficam os dois pares de cromossomos grandes e submetacêntricos (com o centrômero mais perto de uma das extremidades).

Os cromossomos de tamanho médio com o centrômero mais perto de uma extremidade ficam no grupo C. Nesse grupo se inclui o cromossomo sexual X.

Com o centrômero na extremidade (acrocêntricos), e tamanho médio, são cromossomos do grupo D – três pares.

Também de três pares é o grupo E, que inclui cromossomos pequenos, metacêntricos e submetacêntricos.

Dois pares formam o grupo F, onde ficam os cromossomos pequenos com centrômero no meio.

Finalmente, no grupo G ficam os dois pares de cromossomos acrocêntricos. O cromossomo Y também é incluído nesse grupo.

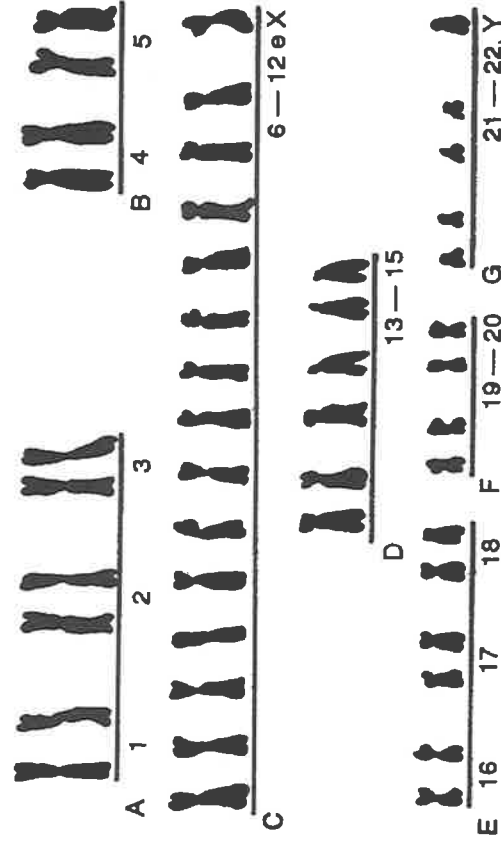


Figura 5.3

Os alunos simularão parte do trabalho realizado para análise dos cromossomos. Deverão receber uma cópia do Anexo 1 que representa os cromossomos da criança descrita no início do exercício; de posse desse material irão estudar o cariótipo desse indivíduo, fornecendo o resultado à família.

Para realizar essa análise precisarão conhecer a descrição dos cromossomos metafísicos (item “Cariótipo normal”), receber uma cópia dos cromossomos da criança em questão (Anexo 1) e as instruções que orientarão o estudo (item “Procedimento aluno”).

### Procedimento do aluno

a) os indivíduos normais têm 46 cromossomos em suas células. Conte o número de cromossomos da célula que está sendo analisada;

b) localize e identifique, em sua figura, os cromossomos dos grupos A, B, C, D, E e F;

Se o indivíduo em questão for do sexo feminino, haverá em suas células 16 cromossomos do grupo C (oito pares). Se for do sexo masculino, encontraremos um cromossomo a menos no grupo C e um a mais no grupo G, o cromossomo Y. As mulheres têm dois cromossomos X, e os homens têm um cromossomo X e um cromossomo Y.

c) localize e identifique os cromossomos do grupo C. Quantos São?

d) localize e identifique os cromossomos do grupo G. Quantos São?

1. Qual o sexo do indivíduo que está sendo analisado?
2. A que grupo pertence o cromossomo que está a mais em suas células?
3. Há confirmação para a suposição de que a síndrome apresentada pela criança é causada por uma aberração cromossômica? Qual?

### Procedimento do professor

Confira se os alunos identificaram o cromossomo extra numérico como pertencente ao grupo G. Em seguida esclareça que se trata de um representante do par 21 e que a trissomia (presença de três representantes) desse cromossomo é a causa do quadro clínico característico da Síndrome de Down. Se achar conveniente, informe aos alunos como é feita a notação para resumir a análise do cariótipo: 47,XY+G.

O número 47 refere-se ao total de cromossomos encontrados, as letras X e Y referem-se aos cromossomos sexuais identificados, e o sinal +, seguido da letra G, indica a que grupo pertence o cromossomo extra numérico. Cariótipos normais são indicados pelas expressões 46,XX e 46,XY, respectivamente, para indivíduos de sexo feminino e masculino.



### Atividade B: aconselhamento genético – uma simulação

#### Procedimento do professor

Confirmado o diagnóstico da síndrome de Down pelo cariótipo 47,XY+G, a genética sugerir alguns procedimentos e dar certas orientações para a família por conviver melhor com a criança afetada e lhe proporcionar melhores condições de vida dentro de suas limitações. Nada é possível fazer para reverter ou curar essa anomalia.

Mas esse não é o propósito e o limite de ação de um serviço de aconselhamento genético. Sua função é esclarecer a família sobre os riscos de ocorrer novamente o mesmo problema, na hipótese de o casal pretender ter outros filhos.

O que dizer ao casal sobre os riscos futuros? Essa síndrome pode se repetir, e tenham mais filhos?

Proponha à classe a realização de uma simulação em que alguns alunos representem pessoas que solicitam serviços de aconselhamento genético, e outros, que representem geneticistas.

Destaque três duplas que representarão três casais em condições semelhantes que foram descritas até aqui – todos têm uma criança afetada pela síndrome de Down com cariótipo 47,XY+21. As diferenças são descritas a seguir. Entregue a cada dupla informações relativas ao casal que representarão.

**CASAL 1:** homem e mulher são jovens entre 20 e 30 anos. São pessoas saudáveis sem antecedentes dessa natureza em suas famílias. Antes de nascer esse menino, o cariótipo confirma a síndrome de Down, já tiveram um filho normal; gostariam de outros filhos e desejam saber os riscos de se repetir esse problema.

**CASAL 2:** o homem tem 42 anos de idade e a mulher 39; já tiveram três filhos, todos saudáveis. O menino que nasceu recentemente é o único na família que apresenta esse conjunto de anomalias.

**CASAL 3:** o homem tem 45 anos e a mulher, de 40 anos, está grávida de poucas semanas. Estão muito impressionados com a confirmação de que seu 1º filho é portador da síndrome de Down e desejam saber os riscos de esse bebê, ainda em gestação, também ser portador dessa anomalia. Querem saber se existe uma maneira de ter certeza se o bebê será afetado ou não.

Os demais alunos da classe representarão os profissionais do serviço de aconselhamento genético. Forneça a eles as informações que serão necessárias para que possam entrevistar os casais, analisar cada um dos casos e fornecer-lhes as estimativas de risco e algumas opções de procedimento (veja o texto de apoio que acompanha estas atividades).

Oriente a classe para selecionar dois ou três colegas que farão as entrevistas com cada um dos casais. Eles deverão obter informações como idade do casal, número e idade dos filhos, problemas de saúde dos familiares etc. As crianças afetadas já têm o resultado do cariótipo (47,XY+21).

Os alunos deverão discutir cada caso tendo em vista as variáveis:

- origem do cromossomo extra numérico (processo de não-disjunção ou translocação);
- idade dos pais (se são jovens ou se já se incluem na faixa de maior risco);
- opções de exame pré-natal (amniocentese e vilosidade coriônica).

(Para mais informações, veja o texto de apoio que acompanha estas atividades.)

Tendo chegado a uma conclusão sobre cada caso, os *geneticistas* deverão informar os casais sobre os riscos e sugerir que, de posse desses dados, eles decidam se desejam ou não ter mais filhos e, no caso do casal 3, se estão dispostos a se submeter a um exame pré-natal (análise cromossômica do feto).

### Texto de apoio

A síndrome de Down, ou mongolismo como também é chamada, caracteriza-se por um conjunto de defeitos. Os portadores dessa síndrome apresentam o occipital e a face achatados; as orelhas são pequenas e baixas, assim como o nariz; os olhos têm pregas epicanáticas internas e as fendas palpebrais são oblíquas; a língua é geralmente protrusa e o pescoço é curto e largo. Os dedos são curtos, e as mãos são pequenas – apresentam uma única prega palmar transversa. A musculatura é hipotônica e o desenvolvimento motor das crianças (sustentar a cabeça, sentar, andar etc.) é atrasado. O retardo mental é grave. Os afetados são mais susceptíveis a infecção das vias respiratórias e, com frequência, apresentam problemas cardíacos congênitos e defeitos do tubo digestivo.

A incidência dessa afecção é relativamente alta. Estima-se que a cada 700 crianças nascidas vivas uma é portadora da síndrome de Down.

Sua causa é a existência de um cromossomo 21 a mais em suas células. As pessoas normais têm 46 cromossomos em suas células – um par de cromossomos sexuais (XX ou XY) e mais vinte e dois pares dos chamados cromossomos autossomos. Os portadores da síndrome de Down têm 47.

A origem desse cromossomo extra numérico pode ter duas explicações:

- *não-disjunção.* Nesse caso, o problema que resulta na trissomia do 21 é um erro que ocorre na meiose que origina um dos gametas. Durante a anáfase, momento em que os cromossomos se separam, os dois cromossomos do par permanecem juntos, indo para o mesmo gameta. Este, na fecundação, junta-se a outro gameta que já tem um cromossomo 21, resultando um zigoto com três cromossomos do mesmo tipo;
- *translocação.* No caso de translocação o cromossomo 21 está ligado a um outro cromossomo (do grupo D ou do grupo G). Sendo assim, o número total de cromossomos aparece inalterado, ou seja, 46, já que o material em excesso está ligado a um outro cromossomo, não aparecendo individualizado.

A translocação pode ter origem na formação do indivíduo que tem a afecção pode estar presente num dos pais, de forma equilibrada. Quando a translocação está num dos pais, o risco de recorrência da síndrome de Down entre os filhos fica bastante aumentado. Se, através do cariótipo, se verifica que a origem da trissomia é uma translocação recomenda-se o exame do cariótipo também dos pais.

A trissomia livre, ou seja, aquela que tem origem por não-disjunção, ocorre com maior frequência nos casos em que as mães têm idade mais avançada. Enquanto a incidência de nascimentos de crianças com síndrome de Down de mães entre 25 e 30 anos é cerca de 1 a cada 1.200, entre as mães de 35 a 40 anos essa incidência aumenta para 1 a cada 290 nascimentos.

Assim desaconselha-se a concepção para mulheres de mais idade. Entretanto, alguns exames pré-natais podem informar sobre a constituição cromossômica do feto. Nos países em que se admite o aborto para evitar o nascimento de uma criança afetada, casais podem se valer desses exames que apuram, com precisão, se o feto em gestação portador da trissomia ou não e, em função do resultado, interromper a gravidez.

### Bibliografia

- ATIVIDADES PARA PRÁTICA DE ENSINO DE BIOLOGIA. In: *Biologia e Sociedade*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1994 (Mimeografado).
- FROTA-PRESSOA, O. & OTTO, P. G. *Genética Clínica*. Brasil, Francisco Alves, 1984.
- FUHRMANN & VOGEL, F. *Aconselhamento Genético*. Brasil, EPU, 1978.
- THOMPSON, J. S. & THOMPSON, M. W. *Genética Médica*. Brasil, Livraria Atheneu, 1976.

### Sugestões de Pesquisa

1. Entrevistar professores para determinar que tipos de modalidades didáticas usam em suas aulas e qual seu critério de escolha.
2. Entrevistar alunos para verificar quais foram suas experiências de aprendizagem do mais significativas em termos de eficiência e de motivação.
3. Fazer um levantamento das modalidades didáticas mais frequentes em cursos do ensino fundamental, médio e superior.

### Referências

- ASCHER, R. S. *Methods and Techniques in Teacher Development*. USA, Educational Technology, nov. 1966.
- BIZZO, N. *Reflections upon a National Program Assessing Science Text Books: What is the Importance of Content in Science Education*. Proceedings of X IOSTE Symposium, Brasil, vol 2, p. 716, 2002.
- BLIGH, D. A. *What's the Use of Lectures?* UK, Teaching Service Centre, University of Exeter, 1971, pp. 48-49.
- CASTRO, A. A. D. "O Trabalho Dirigido". In: *Didática para a Escola de 1º e 2º Graus*. Brasil, Pioneira/MEC, 1976, p. 119.
- COMMITTEE ON HIGH SCHOOL BIOLOGY EDUCATION. *Fulfilling the Promise – Biology in the Nations Schools*. USA, National Academy Press, 1990.
- EISNER, E. W. *The Educational Imagination*. USA, Macmillan, 1979, pp. 103-104.
- FROTA-PESOA, O. et al. *Como Ensinar Ciências*. Brasil, Cia. Editora Nacional, 1970, pp. 127-130.
- HOFSTEIN, A. & LUNNETA, V. N. "The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research". *Review of Educational Research*. 52(2): 201-217, USA, Summer, 1982.
- NALE, N. *Análise e Avaliação de um Curso Programado Individualizado de Biologia*. Brasil, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Assis, 1973, p. 183 (Tese mimeografada).
- PROJECT KALEIDOSCOPE. 1991. "What Works: Building Natural Sciences Communities". In: *Developing Biological Literacy*. USA, BSCS, 1993.
- SCHWAB, J. J. (sup.). *Convites ao Raciocínio*. Brasil, Funbec-Cecisp, 1972.

## 6. O AMBIENTE

- Você, como professor de uma escola onde serão construídas dependências para o ensino de biologia, é convidado a fazer parte do grupo que vai preparar o projeto. Onde deve ficar? Como deve ser mobiliado? De que elementos de se compor?
- Você é professor de uma escola e, depois de muita luta, consegue uma sala que será transformada em laboratório. Como deve ser feito o projeto?
- Você é coordenador dos professores de biologia de uma escola e deve apresentar o pedido feito por eles para a compra de material. O que deve ser prioritário? Quais os critérios de seleção?

### 6.1 INTRODUÇÃO

O professor de Biologia, qualquer que seja o local onde exerce suas atividades deve se lembrar que o ambiente no qual os alunos trabalham é um dos elementos na transmissão das idéias da escola sobre o currículo e sobre o processo ensino-aprendizagem aos estudantes. Salas de aula ou laboratórios com carteiras e mesas fixas voltadas para a mesa do professor, sempre em lugar de destaque, representam a valorização de um elemento essencialmente baseado na transmissão de informações no sentido professor-aluno (Figura 6.1).

Em algumas escolas onde a concepção de ensino inclui atividades que aumentam a interação aluno-professor e aluno-aluno, os arranjos tradicionais cedem lugar a outro tipo de disposição: o local de trabalho do professor não ocupa posição dominante no espaço junto, formado por mesas e carteiras móveis, que podem ser combinadas de várias formas, adequadas ao trabalho individual ou em grupo. O estímulo a projetos individuais

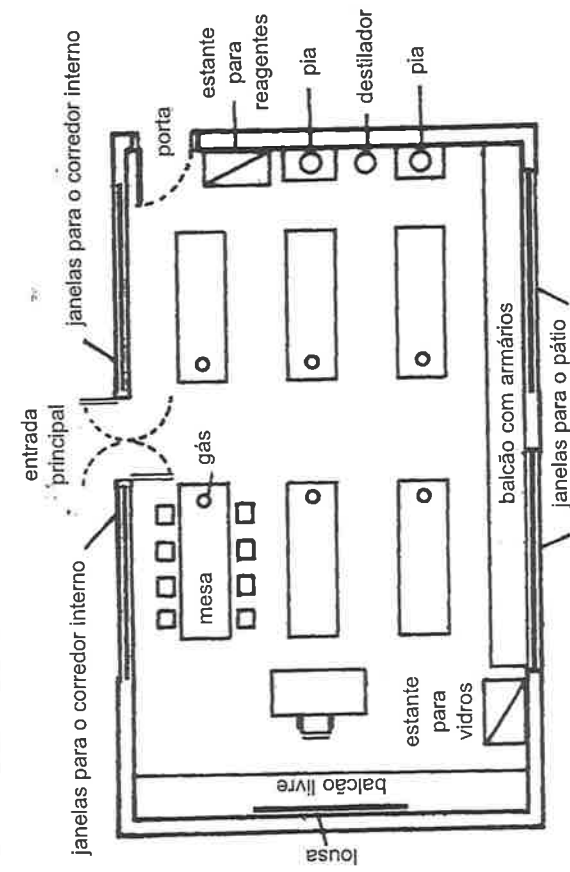


Figura 6.1

pesquisa é revelado pela existência de locais para o trabalho e a manutenção de experimentos, que podem ser usados pelos estudantes fora do horário das aulas (Figura 6.2).

Portanto, como em qualquer outra etapa do planejamento curricular, o planejamento das instalações para as aulas de biologia deve levar em conta, prioritariamente, as atividades que ali serão realizadas, em função dos outros determinantes específicos, como a densidade dos alunos, as condições de água, luz, iluminação, gás etc., e ainda a localização do laboratório no prédio da escola.

Embora a preocupação mais direta do professor seja com a organização e a manutenção do laboratório, sua responsabilidade não termina aí.

É importante lembrar que não só as salas de aula, mas também os corredores e pátios, transmitem aos alunos informações importantes sobre o currículo em vigor na escola. A presença de plantas nos corredores, nas salas de aula, num jardim bem cuidado, ensina respeito pela natureza, permite a observação direta de fenômenos biológicos e torna o ambiente mais atraente e agradável.

## 6.2 O LABORATÓRIO DE BIOLOGIA

A grande maioria dos professores de biologia e ciências concordará quanto à necessidade de uma considerável parte prática em seus cursos para poderem atingir plenamente os objetivos visados por essa disciplina na formação dos jovens.

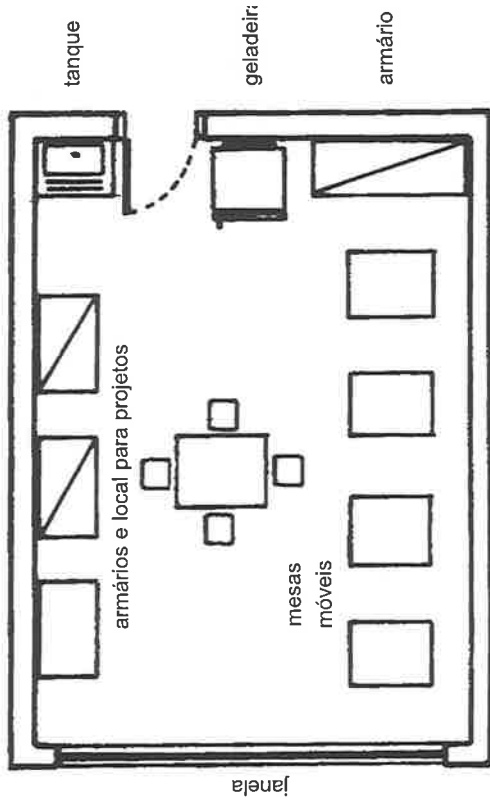


Figura 6.2

A rigor, é possível dar um bom curso prático, mesmo não dispondo de recursos especiais, quando se tem à mão espécimes de animais e plantas. No entanto, o ensinado poderá ser tanto mais eficiente quanto melhores forem as instalações e o material disponíveis, sendo um direito e um dever dos docentes pleitear e lutar pela conquista de instrumentos que lhes permitam trabalhar melhor.

Em sua busca de melhores condições para os trabalhos práticos, o professor poderá ter que resolver várias situações, que vão desde a organização de um laboratório a compra de algum material necessário às experiências.

### 6.2.1 Construção de um conjunto de salas para o ensino de biologia

Qualquer projeto para um laboratório deve ser elaborado conjuntamente pelo professor da disciplina e pelo engenheiro encarregado de sua construção, com a assessoria dos orientadores educacionais.

Os seguintes aspectos devem ser considerados, na preparação do projeto:

#### Localização

Por questões de segurança, as dependências para o ensino de biologia devem situar-se no andar térreo, com saídas para o exterior. Boa iluminação e boa ventilação

imprescindíveis. É aconselhável um local de fácil acesso para os alunos e os professores, pois isso, geralmente, intensifica sua utilização.

### *Dependências*

O conjunto de cômodos necessários a um bom ensino de biologia deve compreender: laboratório para aulas práticas, sempre que possível combinado com uma sala para aulas e discussões; área separada do laboratório para preparação de material; local para sua armazenagem e local para a manutenção de experiências em andamento, com entradas separadas para que os alunos possam vir trabalhar fora do horário das aulas. A área para armazenamento de projetos é uma característica do laboratório de biologia, pois as experiências, em geral, levam tempo para se completar. Para cultivo de plantas e animais, deve haver, próximo ao laboratório principal, um tanque e uma pequena estufa, onde ficarão aquários, terrários, vasos com plantas, sementeiras etc.

### *Dimensões do laboratório para as aulas práticas*

Para as aulas práticas poderem atingir todos os seus objetivos, o tamanho ideal da classe deve ser de 30 alunos. Cada aluno deve dispor de um espaço de 3 m<sup>2</sup>, o que dá um total de 90 m<sup>2</sup>. As paredes devem ser laváveis, o assoalho precisa ser feito de material que não manche em contato com substâncias químicas ou com água, e, para evitar acidentes, o piso não deve ser liso e escorregadio.

### *Mobiliário*

Um laboratório para aulas de biologia deve conter prateleiras, para dispor o material e as experiências em execução, mesas para os alunos, mesas para o professor e para o material de uso geral, quadro-negro, quadro para avisos, pias para uso dos alunos, tanque para lavar vidraria, além de geladeira e capela.

### **6.2.2 Reforma de uma sala de aula para ser usada como laboratório**

Uma sala, para poder ser transformada em laboratório, deve ter boas condições de iluminação e dispor de pias e torneiras.

As mesas para os alunos devem ser cobertas de fórmica ou material resistente equivalente; devem ser móveis, de modo a poder compor diferentes arranjos para atender a necessidades de diferentes tipos de exercícios. Mesas de 50 cm x 80 cm são excelentes e podem ser combinadas para formar bancadas para microscopia, em conjuntos de duas, quatro ou seis, para trabalho de grupos de alunos. As pias e as bancadas para preparação de material devem ficar nas paredes laterais. Para um grupo de 30 alunos, deve

haver pelos menos quatro conjuntos de pias, bicos de gás e tomadas elétricas. Em cada sala deve haver dois tanques, para lavagem de material. O laboratório deve conter, também, áreas para manutenção de terrários, aquários e vasos de plantas, além de um local para manter as experiências em andamento.

### **6.2.3 Equipamento necessário para um laboratório de biologia**

O equipamento mais usado no ensino de biologia inclui:

- microscópios e lupas: dez microscópios e cinco lupas para uma classe de alunos permitem um trabalho plenamente satisfatório;
- uma balança de precisão, para preparo das soluções que serão usadas em aulas;
- uma geladeira, para manutenção de soluções, meios de cultura, materiais biológicos que se deterioram etc.;
- duas painéis de pressão para esterilizar materiais;
- aquários e gaiolas para manutenção de animais;
- conjuntos de materiais para dissecação;
- bicos de Bunsen;
- vidraria.

Muitos professores compram vidraria não padronizada, o que determina dificuldades na organização dos cursos, no armazenamento, na limpeza e no controle do material. Por isso é melhor comprar vidraria de tamanho padrão e ir repondo sempre com peças equivalentes, incluindo:

- uma máquina de lavar louça
- termômetros
- béqueres
- placas de Petri
- cápsulas de porcelana
- almofarizes
- tubos de ensaio
- funis
- pipetas
- lâminas
- lamínulas
- tubos de plástico
- vidros e tubos de borracha para conexão

### **6.2.4 Elaboração de listas de compras de material**

Para elaborar uma lista de compras, devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- a) o material deve ser durável e funcionar adequadamente. É aconselhável fazer uma verificação da qualidade do equipamento, antes de comprar, e não se fiar apenas em catálogos;



b) os pedidos de substâncias químicas devem incluir as especificações referentes a:

- tipos de substância – pró-análise ou técnica;
- estado físico da substância (sólido ou líquido);
- concentração e tipo de solvente da solução.

Tenha o cuidado de verificar o tempo em que a substância se mantém sem se alterar, para não ocorrerem perdas durante a armazenagem do material.

c) ao planejar experiências com plantas e animais, lembre-se de verificar se os organismos estarão disponíveis na época do ano para a qual os exercícios foram programados.

### 6.3 ORGANIZAÇÃO DE TRABALHO NO LABORATÓRIO

Para as atividades práticas darem o melhor resultado possível, o comportamento de estudantes e professores deve ser estruturado de modo a utilizar ao máximo o tempo, as instalações e o equipamento disponível.

Ao professor cabe:

- preparar o material com antecedência;
- realizar o experimento antecipadamente, para verificar se seu funcionamento é o previsto;
- dar aos alunos instruções de forma clara e precisa, sempre que possível, combinando uma explicação oral com a distribuição de um guia impresso para a experiência. As explicações devem preceder a distribuição do material. Quando há concomitância das duas atividades, os alunos não prestam a atenção devida às explicações do professor, e depois cometem erros, perdendo-se tempo e material. A observação de aulas práticas indica que a precariedade das instruções que os professores dão aos alunos é um dos maiores fatores limitantes do sucesso da atividade.

É importante estabelecer regras de comportamento, válidas para todo o trabalho de laboratório, que contribuam para o êxito das atividades, e também para discutir direitos e deveres dos alunos. A discussão prévia de regras referentes ao respeito à propriedade e relativas à manutenção da ordem e da limpeza, assim como a das consequências do seu descumprimento, pode ser muito educativa, especialmente quando se espera desenvolver um real laboratório de investigação.

Os erros mais frequentes dos docentes com relação a esse item são: imprecisão e mudanças de instruções no decorrer da aula; as instruções não são dadas na ordem que os alunos devem seguir na execução da experiência; falta de oportunidade para os alunos fazerem perguntas para esclarecer dúvidas; falta de tempo para a leitura das instruções; o manejo do equipamento não é demonstrado; o material é distribuído lentamente, e os alunos ficam muito tempo desocupados, o que pode gerar confusão na classe.

Continuando, também cabe ao professor:

- percorrer a classe, durante a aula, observando e acompanhando os trabalhos dos grupos de alunos;
- determinar a composição e o tamanho do grupo, em função das características do experimento que será executado: para trabalhos de microscopia, os alunos devem trabalhar individualmente; em experimentos simples e de realização rápida, convém trabalhar em pequenos grupos. As atividades em grupo são mais produtivas do que as individuais, porque, além de facilitar o manuseio do material e a montagem do equipamento, estimulam o espírito de cooperação e aumentam a discussão entre os jovens sobre as atividades que estão sendo executadas. Para trabalhos demorados, que demandem observações periódicas, convém haver grupos de até 5 alunos, o que garante a continuidade do trabalho;
- discutir os resultados obtidos com os grupos;
- verificar se os alunos cooperam com seu grupo de trabalho;
- fazer uma discussão geral para análise dos resultados obtidos pelos diversos grupos;
- acompanhar o recolhimento e a limpeza do material.

Quando a limpeza do material não for feita por técnicos de laboratório, e a responsabilidade pode ser atribuída aos alunos, ficando cada equipe encarregada de seu próprio material. Pode haver alternância do trabalho entre os grupos, encarregando-se cada um da limpeza do material de uso geral, durante certo período.

Uma forma prática de organizar o trabalho de laboratório é formar pequenos conjuntos compostos pelo material mais necessário, compreendendo, por exemplo, 3 béqueres de 100 ml, 1 bastão de vidro, 2 placas de Petri, 1 proveta pequena (10 ml), 12 lâminas e 1 caixa de laminulas, e entregá-los um a cada grupo de alunos, que passa a ser responsável por sua conservação e limpeza.

Assim, cada equipe terá seu equipamento básico separado em caixas e, em certos casos, onde o laboratório não comporte a armazenagem de todos os conjuntos, poderá levá-lo para casa. A desvantagem deste último procedimento é que, com frequência, os alunos esquecem o material. Para resolver esse problema, convém ter algum de reser-

### 6.4 SEGURANÇA NAS AULAS PRÁTICAS

Para haver segurança nas aulas práticas:

- todos os elementos da escola devem estar preparados para prevenir acidentes mantendo o laboratório em condições de segurança; o laboratório não deve ser usado para aulas de outras disciplinas. Quando a falta de espaço tornar

prescindível sua utilização para outras aulas, sua ocupação deve ser sempre feita com a presença de um professor;

- o laboratório deve ser adequadamente iluminado e arejado;
- as tomadas elétricas devem estar em boas condições;
- o piso não deve ser escorregadio;
- o espaço deve ser suficiente para o trabalho e a movimentação dos estudantes (cerca de 3 m<sup>2</sup> por aluno);
- as saídas devem permitir uma rápida evacuação da sala;
- deve haver pelo menos duas portas dando para o exterior, distantes uma da outra;
- os bicos de gás devem ser verificados periodicamente, para ver se não apresentam vazamentos;
- os móveis devem ser feitos de material de difícil combustão;
- o laboratório deve conter uma caixa de material para primeiros socorros e extintores de incêndio;
- materiais venenosos ou que representem perigo devem ficar em armários fechados a chave;
- nos laboratórios deve haver cestos de lixo de material não combustível;
- o lixo não deve ficar espalhado pelo chão;
- cacos de vidro devem ser embrulhados antes de ser colocados no cesto de lixo, e o pacote precisa ser etiquetado “cacos de vidro”;
- os estudantes devem receber instruções sobre os cuidados que devem tomar nos laboratórios quanto ao manuseio de materiais, drogas e seres vivos;
- os frascos devem ser devidamente etiquetados e, quando as substâncias representarem perigo, esta condição deve ser indicada nos rótulos;
- alunos e professores devem usar aventais no laboratório. Os agasalhos dos alunos não devem ficar espalhados pela classe;
- não se deve ingerir alimentos no laboratório.

#### 6.4.1 Cuidados com o manuseio de equipamento

- Não se deve forçar as roldanas nos tubos de vidro, quando os diâmetros dos dois não se ajustarem. Use glicerina para facilitar as conexões entre tubos de vidro e a borracha.
- O aquecimento de líquidos em béquer deve ser feito com o uso de tela de amianto e tripé.
- Para aquecer líquidos inflamáveis como álcool, o melhor é usar fogareiros elétricos. Caso não sejam disponíveis, use protetores de asbesto e/ou banho-maria.
- Não use material de vidro para fazer misturas potencialmente explosivas.
- Não encha frascos até a boca. Deixe espaço para expansões em potencial.
- Não use frascos de laboratório para comer ou beber.
- Material de laboratório não deve ser transportado pelos corredores nos intervalos das aulas.

- É preciso tomar cuidado para lidar com painéis de pressão: a válvula deve verificada e o aquecimento moderado.
- É preciso tomar cuidado para usar, guardar e limpar os instrumentos cortantes de dissecação.
- As disseções devem sempre ser feitas em cubas apropriadas.
- Para acender o bico de Bunsen, mantêm-se a entrada de ar fechada. Coloque o fósforo aceso sobre o bico e abra-se a torneira do gás lentamente. Em seguida, abre-se a entrada de ar até a chama ficar azul.

#### 6.4.2 Cuidados com substâncias químicas

- Soluções concentradas de ácido e base só devem ser transportadas por aluno com ordem do professor. As substâncias químicas do laboratório não devem ser colocadas na boca.
- As soluções devem ser pipetadas com bulbo de sucção, nunca com a boca.
- Para aquecer uma substância em tubo de ensaio, a parte inferior do tubo deve ser aquecida, pois pode espirrar em sua roupa ou em seus olhos. Coloque a parte de cima do tubo próxima à chama e, a partir daí, faz-se o aquecimento da parte de baixo. Um tubo de ensaio que esteja sendo aquecido não pode apontado para ninguém. Enquanto o tubo estiver sendo aquecido, a pessoa o manipula não deve ficar olhando, pois pode receber um jato do material que não deve ser aquecido acima do nível do líquido que contém.
- Frascos contendo substâncias orgânicas voláteis ou ácidos não devem ficar próximos à chama ou expostos ao sol.
- Não se deve adicionar água a nenhuma solução concentrada de ácido. Para parar uma solução, o ácido deve ser acrescentado, lentamente, à água.

#### 6.4.3 Cuidados no trabalho com seres vivos

- Animais e plantas não devem ser mantidos nos laboratórios, se não puderem ser adequadamente alimentados e limpos em fins de semana e nas férias.
- Verifique a legislação existente em seu estado sobre as restrições relativas ao trabalho com animais. O artigo 3º da Lei federal 6 638, de 8 de maio de 1963, que estabelece normas para a prática didático-científica de vivissecção de animais e determina outras providências, diz o seguinte:

A vivissecção não será permitida:

- I. sem o emprego da anestesia;
- II. em centros de estudos não registrados em órgão competente;
- III. sem a supervisão de técnicos especializados;

IV. com animais que não tenham permanecido mais de quinze dias em biotérios legalmente autorizados;

V. em estabelecimentos de ensino de primeiro e segundo graus e em quaisquer locais frequentados por menores de idade.

- As gaiolas contendo animais devem ser bem fechadas e regularmente limpas.
- Organismos patogênicos ou venenosos não devem ser usados em aulas práticas.
- Para experimentos em que haja necessidade de extração de sangue, convém usar lancetas descartáveis, para prevenir o perigo de contaminação.
- Não se deve usar, nos experimentos, material em decomposição. Quando for necessário, conservar material durante alguns dias, ele deve ficar sob refrigeração ou ser mantido em formol.
- Deve-se tomar cuidado para evitar a disseminação de esporos de fungos, de sãmbaias ou grãos de pólen, que podem provocar alergia nos alunos.
- É preciso tomar cuidado para evitar o uso excessivo de substâncias como éter e álcool etílico, quando se anestésiam animais.
- Culturas de microrganismos não devem ser mantidas no laboratório após o uso. Convém esterilizar o material antes de jogá-lo no lixo.
- Células epiteliais da mucosa bucal dos animais devem ser retiradas com palito e nunca com laminulas ou instrumentos cortantes.
- Espécimes conservados em formol devem ser retirados, por meio de luvas ou pinças, dos frascos em que são mantidos e ser lavados antes de usar. O aposento onde se trabalha com material formalizado deve ser muito bem ventilado, porque os vapores podem irritar olhos, nariz, garganta e pele.

Apesar de se tomarem todos os cuidados, podem ocorrer acidentes, e certas providências devem ser tomadas nessa situação:

- observar sintomas relativos a dificuldade de respirar, sangramento e choque;
- não dar remédios para uma pessoa inconsciente;
- quando o caso for grave, é necessário recorrer a socorro médico;
- em caso de incêndio no laboratório, é preciso, antes de tudo, remover os estudantes do local;
- quando o fogo representar grande perigo, deve-se fazer soar o alarme de incêndio. Só se deve usar água em caso de incêndio de tecidos, papéis, roupas e cabelos, ou de outros materiais do mesmo tipo;
- quando, porém, o fogo atingir gasolina, tintas ou outros materiais que formam gases, deve-se procurar impedir o contato com o ar, usando o extintor de espuma sobre a chama. É conveniente ter sempre no laboratório um saco de areia para – em caso de combustão inesperada de materiais como magnésio, sódio, potássio – despejá-la sobre a substância em chamas.

#### 6.4 Cuidados com a realização de experimentos em casa ou em atividades fora da classe

Os alunos devem ser bem informados dos possíveis perigos ligados ao trabalho prático e de que algumas substâncias inofensivas, uma vez combinadas, podem se tornar perigosas. Devem ainda ser lembrados que, ao trabalhar longe do professor, precisam tomar as mesmas precauções que tomam no laboratório da escola em presença dele.

#### 6.5 SAINDO DA ESCOLA

Embora escola e laboratório ainda sejam os ambientes onde transcorre a maior parte das atividades de um curso de biologia, este não atingirá todos os seus objetivos: não forem também incluídas atividades fora da escola, em contato direto com a realidade, pois quanto mais as experiências educativas se assemelham às futuras situações que os alunos deverão aplicar seus conhecimentos, mais fácil se tornará a transferência do aprendizado.

Mesmo naqueles cursos de biologia que têm por alvo apenas a aquisição de formações, é imprescindível ir para campos, praias, mangues, florestas, onde os estudantes possam ter contato com plantas e animais nos seus *habitats*.

Os objetivos gerais do trabalho fora da escola são coletar dados e informações por exemplos de princípios e fatos mencionados nas aulas, encontrar problemas para investigação, desenvolver a percepção e aumentar a interação professor-aluno.

Acreditando-se que entre os objetivos do ensino de biologia também se inclui análise das implicações sociais do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, é preciso fazer os alunos entrarem também em contato com a comunidade em que vivem, com *habitats* alterados ou criados pelo homem.

Mais recentemente, com a preocupação sobre as implicações sociais do conhecimento biológico, houve uma expansão das atividades fora da escola para:

- desenvolver programas comunitários;
- intensificar o contato com a diversidade de culturas que compõem hoje as comunidades, incluindo segmentos étnicos com diferentes religiões, línguas, costumes, valores;
- intensificar vínculos com a tecnologia, de forma a compreender o significado de procedimentos tradicionalmente usados e o de introdução de novos métodos e técnicas;
- desenvolver as responsabilidades de cidadania pela observação e participação na vida comunitária, de modo a aperfeiçoar processos de tomada de decisões

A análise do impacto da urbanização sobre a ecologia de uma determinada área da poluição, do fluxo de alimentos numa comunidade são alguns dos tópicos que só serão adequadamente estudados nos próprios locais em que os fenômenos ocorrerem.

Visitas a mercados, fazendas, estações de tratamento de águas e a fábricas podem ensinar aos alunos coisas que seriam muito difíceis de ser aprendidas por eles, quando confinados ao ambiente escolar.

Os estudantes devem, pois, sair da escola para buscar dados de vários tipos, inclusive coletar organismos, analisar documentos, entrevistar pessoas representativas da comunidade e fotografar situações interessantes. Assim estarão ampliando seu campo de observação.

A organização do trabalho fora da escola é difícil, principalmente nas condições atuais de trabalho da maioria dos docentes, que dão muitas aulas por dia, geralmente em mais de uma escola. Mas, apesar do sacrifício que esta atividade pode representar, os resultados são compensadores.

Algumas organizações, como a Fundação Estadual da Secretaria do Meio Ambiente do Rio de Janeiro, promovem aulas e passeios para grupos de jovens. Uma dessas aulas, por exemplo, tem como objetivos: “despertar o interesse para os problemas da poluição; desenvolver o conhecimento dos principais agentes poluidores; desenvolver o conhecimento dos problemas ambientais” (Projeto VIMA, s.d.). Os alunos são preparados para identificar fontes e sinais de poluição, observando superfícies de carros, paredes, rochas, árvores etc., em diversos locais e comparando diferenças no acúmulo de fuligem. Em seguida, analisam as causas e consequências do fenômeno para a fauna, a flora e o homem.

Quando a locomoção dos alunos para locais distantes for muito difícil, esse trabalho pode ser feito mesmo nas vizinhanças da própria escola, com resultados igualmente satisfatórios. Essas mini-excursões são extremamente valiosas, tanto do ponto de vista do desenvolvimento intelectual como para motivar e despertar o interesse dos alunos para problemas biológicos com implicações sociais.

Visitas a museus, jardins zoológicos e botânicos fazem parte do repertório didático dos professores de biologia. No entanto, seu potencial nem sempre é totalmente explorado, tanto por falta de condições dos docentes, como pela forma de trabalho das instituições (Krasilchik, 1987).

Embora os museus existam há muito tempo, hoje, como resultado da ampliação do processo de divulgação científica e da tendência a expandir o escopo da educação escolar, essas instituições têm cada vez mais um papel na educação e ensino de biologia para apresentar as ciências aos estudantes.

O conteúdo e a forma das exposições têm íntima relação com a história das instituições e com as dimensões de tempo e espaço. Ambos, conteúdo e forma, precisam ser levados em consideração e analisados pelos professores, ao planejarem as visitas aos museus e centros de ciências, considerando a proposta de pesquisa e de visão da ciência apresentadas e a transposição dessas concepções na organização das bioexposições.

Pesquisa feita por Marta Marandino concluiu que, levando em conta o objetivo educacional e os recursos de comunicação, é possível identificar dois grupos segundo a ênfase que colocam. Alguns reforçam o conteúdo na informação científica, na transmissão dessa informação e no emissor. Outros consideram prioritário o processo de diálogo, de negociação dos sentidos entre exposição e público, na interpretação e no receptor.

É preciso dar aos alunos liberdade de observação e análise daquilo que vêem, considerar o tipo de bioexposição na hora da análise e discussão da visita, verificando e conseguem interpretar com clareza o objetivo da bioexposição.

A primeira etapa desse tipo de trabalho consiste na visita do professor para verificar quais as oportunidades educacionais que o local oferece. Em seguida, professores e alunos preparam, em conjunto, um guia para orientação da visita propriamente dita. O questionário rigidamente estruturado pede apenas a constatação de fatos, levando a atividade mecânica, que acaba numa cena bastante comum: estudantes atarantados, correndo de um lado para outro, procurando ganhar uma corrida contra o tempo, respondendo às perguntas o mais depressa possível, praticamente sem ver nem apreciar coisa alguma.

O guia deve orientar os alunos para resolver problemas. Por exemplo, quando espécimes estão dispostos de acordo com sua classificação, pode-se pedir aos alunos relacionem suas características e tipo de alimentação, observando dentes, órgãos dos intestinos etc. Quando os espécimes estão agrupados de acordo com o *habitat* que ocupam os alunos poderão relacionar aspectos de genética, evolução e ecologia, observando adaptações comuns.

Outra forma de organizar uma visita é pedindo aos jovens que anotem as dúvidas que surgem, à medida que vão observando as exposições. De volta à classe, essas dúvidas são discutidas em conjunto e, caso seja necessário, os alunos poderão voltar, individualmente ou em grupos, para novas observações.

Além da observação das dependências abertas ao público, o professor de biologia pode tentar conseguir que os alunos visitem os bastidores da instituição e que observem os laboratórios de pesquisa e acompanhem o processo de preservação e montagem dos espécimes, bem como o da preparação das rações dos animais – o que lhes dará uma visão das várias facetas do trabalho científico.

Feiras de ciências também são atividades bastante difundidas, tendo-se tornado uma tradição em alguns locais. Certamente, têm em mira motivar os alunos e fornecer meios, estimular a criatividade e a capacidade de comunicação dos alunos e fornecer formações. Admite-se também que são um veículo para atrair o interesse da comunidade de pela escola.

Entretanto, apesar desses objetivos explícitos, é preciso tomar cuidado com outros objetivos que possam formar uma parte indesejável do currículo latente. Há sempre o risco de se estimular o espírito de competição, em detrimento de um trabalho cooperativo; o individualismo, em lugar de valorizar o esforço coletivo; e o exibicionismo, em detrimento do genuíno interesse pelo conhecimento.

A melhora de relacionamento e do aproveitamento dos alunos em relação à matéria compensa os inconvenientes e o aumento do trabalho que acarretam para os professores.



## Atividades

1. Analise as plantas de laboratório apresentadas a seguir. Em qual delas seria melhor trabalhar? Por quê? Como você reformaria os laboratórios representados nas Figuras 1 e 2?

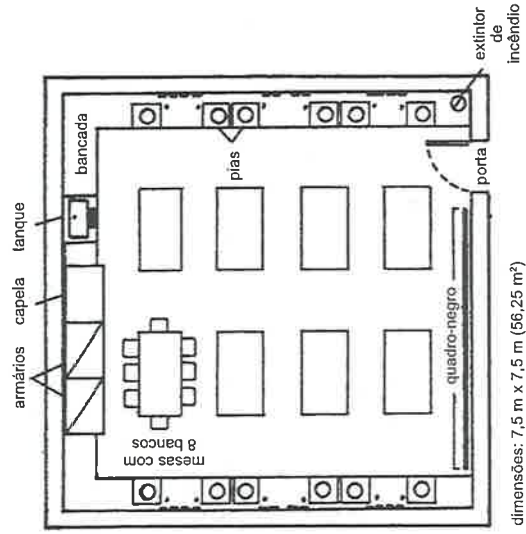


Figura 6.3

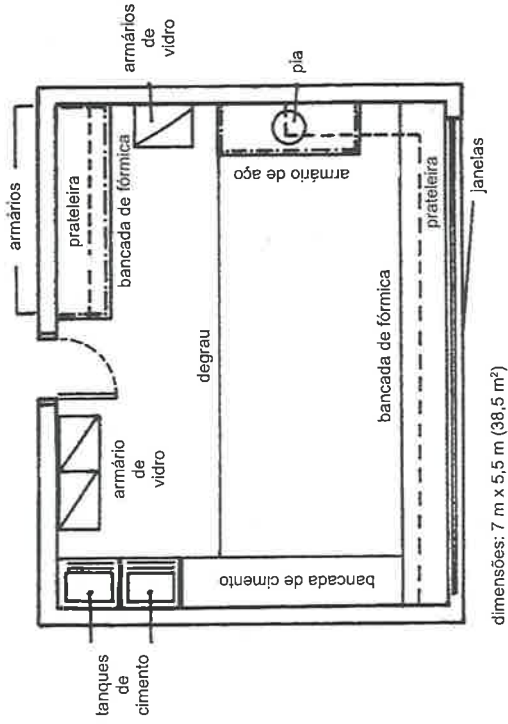


Figura 6.4

2. Analise a Figura 3. Quantos comportamentos inadequados é possível identificar?

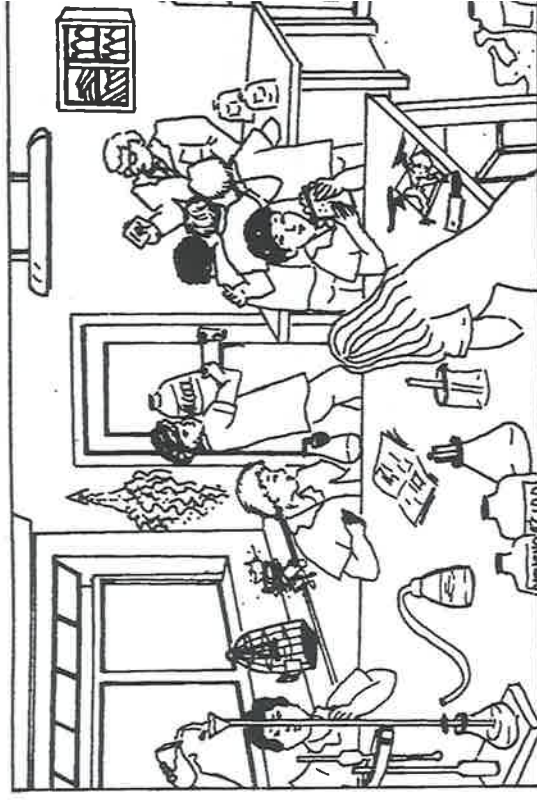


Figura 6.5

Fonte: Adaptada de The Art of the Science Teacher: Science Teacher Education Project, USA, McGraw-Hill, 1

3. Analise o seguinte pedido para compra de material, elaborado pelos professores de uma escola:

- ácido clorídrico: 1 litro
- álcool
- água-de-cal: 1 litro
- solução de Benedict
- Fehling A
- Fehling B
- indicadores: azul de bromotimol e fenolftaleína
- hidróxido de potássio: pastilhas
- mercúrio: 1 quilo
- 5 béqueres de 150 ml
- 10 béqueres de 200 ml
- 5 béqueres de 250 ml

- cilindro graduado
- 10 placas de Petri
- 1 caixa de tubos de ensaio
- 3 áquários de plástico
- papel-filtro
- 10 pares de drosófilas para fazer cruzamentos
- cultura de bolores
- cultura de lévedo

### Sugestões de Pesquisa

1. Fazer um levantamento das condições de trabalho prático nas escolas brasileiras.
2. Fazer uma coleta de casos de acidentes mais comuns ocorridos nas aulas práticas de biologia, para ampliar o conhecimento dos problemas potenciais e estabelecer medidas de prevenção.

### Referências

- KRASILCHIK, M. "Use of Community Resources for Biology Teaching". In: *New Trends in Biology Teaching*. France, UNESCO, 1987, v. 5, pp. 134-144.
- MARANDINO, MARTA. *O Conhecimento Biológico nas Exposições de Museus de Ciências: Análise do Processo de Construção do Discurso Expositivo*. São Paulo, Feusp, 2001 (Tese mimeografada).
- PROJETO VIMA, BRASIL. *1ª Aula-passeio*. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, s. d.

## 7. AVALIAÇÃO

- Qual o resultado de seu trabalho?
- Que alunos devem ser aprovados?
- Como planejar suas provas?
- Qual será a reação dos estudantes?
- Como está o ensino de biologia no Brasil?

### 7.1 INTRODUÇÃO

Para fazer um planejamento adequado da avaliação de um curso, é importante lembrar que as provas ocupam um lugar central em todo o processo escolar, desempenhando inúmeros e variados papéis:

- servem para classificar os alunos em "bons" ou "maus"; para decidir se vão não passar;
- informam os alunos do que o professor realmente considera importante;
- informam o professor sobre os resultados de seu trabalho;
- informam a escola dos resultados do trabalho de alunos e professores;
- informam os pais sobre o conceito que a escola tem do trabalho de seus filhos;
- forçam os alunos a estudar;
- criam problemas de relacionamento entre estudantes, professores, pais e tutores (Krasilchik, 1985).

Diante da multiplicidade das funções da avaliação, fica evidente a necessidade cautela no momento de decidir sobre a escolha, a construção e a aplicação dos instrume



de verificação do aprendizado e sobre a análise dos seus resultados. Um dos primeiros cuidados, e de primordial importância, é a preparação de instrumentos que sejam coerentes com os objetivos propostos pelo professor no seu planejamento curricular.

Freqüentemente o docente inclui com destaque em seus objetivos “desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente”, mas prepara provas que aferem apenas a capacidade de memorizar informações. O aluno, a partir desse dado, acertadamente conclui que o professor pretende mesmo é informar e não desenvolver raciocínio ou capacidade de análise crítica. Passa então a comportar-se em função do que o professor faz e não do que ele diz. O professor, por sua vez, age desavisada ou conscientemente da maneira que transmite com o seu processo de avaliação, por não ter experiência na preparação de provas e instrumentos que possam analisar outros aspectos do desenvolvimento cognitivo e afetivo além da memorização de informações.

Talvez a forma mais eficiente e prática para evitar diferenças entre os fins explícitos de um curso e o que se cobra nas provas fosse informar os alunos desde o início sobre as perguntas que lhes seriam feitas. Obviamente, há uma série razoável de objeções a esse procedimento, que poderia limitar o aprendizado dos estudantes, interessados apenas nos pontos que seriam abordados nas provas. Além disso, os professores não abrem mão do seu poder, que depende, em grande parte, da importância das notas na vida do jovem.

Em decorrência, surge uma série de subprodutos dos quais alguns são:

1. *Tensão emocional*: pela sua importância, a avaliação pode ser um processo traumático, criando tensão entre os alunos; processo que alguns comparam ao “jardineiro que constantemente arranca suas plantas para verificar se as raízes estão crescendo” (Harlen, 1983). O resultado da avaliação no âmbito da escola, e fora dela, tem um sentido social bastante claro, podendo ser comparado ao que exercem o dinheiro, o poder ou o *status*. Assim, tirar nota deixa de significar aprendizado, dando à relação professor-aluno um sentido deformado e diverso de um desejável, honesto e franco intercâmbio de idéias e sentimentos. Não passar no exame ou tirar nota baixa relaciona-se a fracasso, criando ressentimentos, medo, inveja, atitudes defensivas e agressivas.
2. *Mudança de comportamento dos alunos*: quando sabem que estão sendo avaliados, os alunos alteram o comportamento natural. A grande maioria se esforça para obter a aprovação do professor, alguns procurando encenar interesse e participação, o que não significa desejo autêntico de aprender. Outros, como sinal de repúdio ao processo, procuram mostrar um desinteresse e um desprezo que, também, em muitos casos, não refletem sua real postura em relação ao ensino.
3. *Estímulo à competição*: como consequência do papel classificatório, a avaliação gera um clima altamente competitivo e individualista na escola – em lugar de estimular cooperação e trabalho coletivo. Como há uma tendência a

admitir que apenas alguns alunos poderão alcançar excelência no trabalho que alguns outros sair-se-ão sempre mal, ficando a grande maioria no caráter intermediário, há uma luta entre os alunos, e freqüentemente entre elas pelas melhores posições.

4. *Alteração do julgamento*: o professor julga, com base em estereótipos e preconceitos, baseado em experiências anteriores com alunos da mesma série ou da mesma classe, ignorando muitas vezes peculiaridades de cada aluno e de cada indivíduo. As impressões e expectativas dos docentes influenciam poderosamente seus julgamentos, como ocorre com o conhecido “efeito de halo”, definido como “julgamento influenciado por avaliações anteriores por características e habilidades dos alunos” (Rowntree, 1981). Todos os alunos sabem que há uma tendência a ser mais benevolente com os alunos considerados “bons” e mais rigoroso com os considerados “maus”, e que a letra e a disposição de uma prova podem determinar sua nota final.

## 7.2 AVALIAÇÃO

A partir do década de 1970, estudos comparativos buscaram avaliar o aproveitamento dos estudantes em vários países. Os resultados desses trabalhos tiveram ampla repercussão não só na *mídia* como provocaram medidas visando mudar a situação em países e regiões que tiveram resultados considerados desfavoráveis.

Um desses estudos foi feito em 1970 pela *International Association for Evaluation of Educational Achievement* (IEA), analisando o aproveitamento em ciência inclusive biologia, dos estudantes de 19 países. Esse estudo foi repetido em meados da década de 1980, com a participação de 24 países ou sistemas educacionais (IEA, 1980). Embora o Brasil não tenha participado de nenhum dos dois estudos, algumas análises indicam que, em países onde os cursos incluem atividades de laboratório, o aproveitamento é bem-sucedido em questões que envolvem investigação, ao contrário do que ocorre em países em que tais atividades não são comuns.

Outro projeto de avaliação, o *International Assessment of Education Progress*, realizado em 1990-91, num total de 20 países, para aferir o que alunos de 13-14 anos sabem de algumas disciplinas. Alguns desses países, como o Canadá e a Itália, incluem na amostra também crianças de 9 anos. No Brasil apenas crianças de São Paulo e Fortaleza foram incluídas na amostra (Lapointe, 1992).

Os estudantes de Fortaleza saíram-se melhor nos tópicos de biologia do que em outras áreas de ciências. Os alunos brasileiros estão mal colocados no conjunto dos que participaram do estudo. De forma geral, verificou-se que o número de aulas ministradas na atuação dos alunos, que os meninos obtêm melhores resultados e que há diferença entre estudantes de nove a treze anos, devido provavelmente ao maior tempo de escolaridade.

Questões têm sido propostas para examinar e discutir a importância e o sigificado dessas avaliações internacionais, tais como a validade dos instrumentos usados

a diferentes culturas, o investimento em projetos caros, cujos resultados não justificariam os gastos, e os usos políticos de tais projetos. Enfim, é essencial analisar os dados obtidos acuradamente e ter cautela na aplicação dos resultados para orientar decisões relativas a currículo.

A preocupação com a expectativa e o estabelecimento de parâmetros para o aprendizado das ciências levou a *American Federation of Teachers* a fazer uma análise para confrontar o conhecimento de biologia exigido para alunos que pretendem entrar na universidade em vários países.

Exames na Inglaterra, França, Alemanha, Japão e EUA foram comparados. Verificou-se que o formato dessas provas difere bastante. Os EUA e Japão usam preferencialmente questões de múltipla escolha, e os europeus questões de resposta livre (*American Federation of Teachers*, 1994).

As questões da França incluem o que chamam de “interpretação de documentos”, em que os alunos recebem gráficos e tabelas e, a partir dos dados e informações, devem sugerir uma hipótese para explicar algum fenômeno. Por exemplo, são oferecidos uma tabela com a posição de nucleotídeos, cariótipos normais, com síndrome de Down e do espermatócito II, mapas, identificando por métodos radiativos o mapa genético codificado de proteínas. Pede-se aos alunos que elaborem hipótese sobre a localização do gene que codifica a formação de determinada enzima. O tipo de raciocínio e exame de dados que os candidatos têm que fazer são bastante elaborados.

Para verificar o perfil dos alunos que saem do ensino médio, foi instituído o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Pretende-se, através do Enem, analisar: o domínio da língua portuguesa; o domínio das áreas matemática, artística e científica; a aplicação de conceitos para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos; a produção tecnológica e as manifestações artísticas (MEC – Política e Resultados – 1995-2002. Brasília, 2002).

### 7.3 PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO

Vários são os fatores que devem ser levados em conta no planejamento da avaliação de um curso ou unidade de estudo:

- *Periodicidade das provas*: é essencial prever e comunicar aos alunos, no início dos trabalhos escolares, o número de provas a que eles serão submetidos e o intervalo entre elas. Reiteramos que à medida que os alunos fazem as provas, ficam conhecendo as exigências do professor, e passam a estudar para satisfazer essas exigências, o que melhora o seu desempenho. Programar um pequeno número de provas ou, em casos extremos, apenas um exame final, para aferir o aprendizado dos alunos, afetará sensivelmente os resultados obtidos. Além do desconhecimento das preferências do professor, um número pequeno de provas faz com que cada uma delas passe a ter maior importância relativa, e conseqüentemente a exercer maior pressão emocional sobre os alunos, o que também altera os resultados.

- *Tempo*: quando o planejamento não inclui um período suficiente para a execução dos trabalhos previstos para a avaliação, os resultados serão prejudicados não pelo aprendizado deficiente, mas pela insuficiência de tempo para fazer exames.

- *Instrumentos*: sem dúvida, esse é um fator da maior importância para a avaliação forneça os dados que o professor busca sobre seu trabalho e seus estudantes. Várias são as etapas que devem ser percorridas para reconhecer as imperfeições dos instrumentos de avaliação sejam reduzidas ao mínimo. Para tanto, uma primeira etapa é tomar decisões acerca das informações necessárias e, a partir daí, construir instrumentos para coletá-las. Os instrumentos mais usados são:

1. **Fichas para observação dos alunos**: embora os professores estejam sempre em contato com os estudantes e tenham muitas oportunidades de observar o comportamento, o processo não deve ser casual, e demanda uma sistemática para a análise das atividades dos alunos. É necessária uma atenção cuidadosa para bem interpretar as razões e os significados das atitudes dos estudantes. Por exemplo, um aluno pode assumir responsabilidades no grupo que exige trabalhos práticos, não porque esteja interessado na tarefa, mas porque agrada ao professor, a quem cabe avaliar tal comportamento.

O preparo de fichas simples de observação, como a Tabela 7.1, pode ajudar a estabelecer um perfil do aluno e verificar seu progresso.

Quando o tamanho da classe e o tempo do professor permitirem, é útil elaborar conjuntos de informações sobre os alunos, composto pela ficha de observação e o registro de incidentes significativos e pelas avaliações realizadas, pelos alunos, de seu desempenho ou de seus colegas. O que se verifica é que nas auto-avaliações os jovens tendem a ser muito rigorosos, e na avaliação de colegas, em geral, são benevolentes. Esses dados podem servir para a análise do progresso dos alunos e como para decisões sobre sua promoção.

2. **Provas**: a construção de provas deve seguir uma série de fases que vamos analisar separadamente, embora estejam interligadas e, na prática, seja difícil distingui-las.

O primeiro passo na confecção de uma prova é a elaboração de uma tabela de especificações que discrimine o que aferir, fixando os elementos importantes que deverão ser avaliados. Em geral, as tabelas de especificação têm dupla entrada, estabelecendo conteúdos, numa dimensão, e a dimensão cognitiva, em outra, como vimos no Capítulo 7.2 apresenta uma tabela hipotética para uma prova de biologia.

Tabela 7.1 Modelo de ficha de observação de aluno.

Objetivos	Comportamento do Aluno		
	nunca	raramente	frequentemente
Interpreta dados			sempre
Apresenta gráficos e tabelas			
Desenvolve hipóteses a partir de dados			
Executa experimentos e obtém dados			
Planeja experimentos para testar uma hipótese			
Critica e discute idéias apresentadas pelos colegas			
Procura informação em várias fontes			
É pontual			
Toma iniciativa de estudar problemas novos			
É organizado			

Em cada uma das caselas, deve ser indicado o número de questões que deverão ser preparadas sobre cada tópico e os diversos tipos de comportamento esperados dos alunos. A elaboração da tabela de especificações permite uma melhor distribuição dos diversos itens, em função da importância atribuída pelo professor a cada assunto e a cada tipo de raciocínio. Na realidade, a tabela de especificações não é mais que a discriminação de uma amostra do que se pretende que o aluno tenha aprendido durante as aulas.

Quando a preparação das provas é feita sem planejamento prévio, há o risco de que elas não representem adequadamente os assuntos e as habilidades mais valorizadas durante o curso.

Tabela 7.2 Tabela hipotética para prova de biologia.

Conteúdo	Aquisição de informações	Objetivos Cognitivos			Síntese e avaliação	Total
		Capacidade de compreensão	Capacidade de resolver problemas			
Citologia						0
Genética e Evolução	x	xx	xx		xxx	8
Reprodução e Embriologia		x	x		xxx	5
Ecologia	x	x	x		xxx	6
Sistemas de transporte	x	x	x			3
Sistemas de coordenação	x	x	x			3
Sistemas de nutrição	x	x	x			3
Sistemas de excreção	x	x	x			3
Sistemas respiratórios	x	x				2
Características dos grandes grupos	xxx	x	xx		x	7
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>40</b>

## 7.4 TIPOS DE QUESTÕES

### 7.4.1 Questões de resposta estruturada ou objetiva

São as que podem ser respondidas com poucas palavras ou mesmo por índice de uma letra ou número. Há vários tipos de questões de resposta estruturada, e as r usadas no ensino de biologia são:

a) questões ou itens de múltipla escolha: constam de uma pergunta ou uma frase incompleta, ambas chamadas de *raiz*, seguidas de certo número de respostas que se chamam *alternativas*.

As questões de múltipla escolha apresentam algumas vantagens: a correção é fácil e objetiva; permitem incluir vários assuntos numa só prova; os alunos levam relat

mente pouco tempo para responder. Apresentam também algumas desvantagens: exigem conhecimento da técnica de construção de itens; não servem para medir a capacidade do aluno para expressar-se claramente e de forma lógica e criativa.

Algumas regras devem ser observadas para a construção de bons itens de múltipla escolha:

1. A raiz deve:
  - apresentar com clareza a questão a ser respondida, permitindo que o aluno a responda mesmo sem conhecer as alternativas;
  - não conter informações supérfluas;
  - não incluir pistas para a resposta;
  - ficar graficamente destacada das alternativas;
  - incluir todos os elementos comuns a todas as alternativas;
  - apresentar grifado o pedido de uma resposta negativa.
2. As alternativas devem:
  - ter aproximadamente o mesmo comprimento, pois as mais longas tendem a atrair a atenção dos alunos;
  - incluir apenas uma resposta correta; as outras respostas devem ser erradas, porém plausíveis;
  - concordar gramaticalmente com a raiz;
  - seguir uma ordem lógica quando houver possibilidade.

Analise alguns itens para exemplificar como as questões ficam prejudicadas quando suas regras de construção não são obedecidas. Considere a seguinte questão:

(FUVEST/1977) O homem é a espécie *Homo sapiens*, uma espécie como outra qualquer. Altera os ecossistemas em que ocorre por retirar deles os meios de sua subsistência e por devolver a eles certos produtos de seu metabolismo e de suas atividades.

- a. por ser *Homo sapiens* ele subjugou o ambiente e altera profundamente os ecossistemas.
- b. por ser *Homo sapiens* ele se deixa subjugado pelo ambiente e mantém os ecossistemas.
- c. por ser *Homo sapiens* ele se mantém em equilíbrio indefinido.
- d. por ser *Homo sapiens* ele se mantém em equilíbrio ecológico, poluindo o ambiente.
- e. por ser *Homo sapiens* ele não polui o ambiente porque usa detergentes não-biodegradáveis.

O item apresenta vários erros de construção:

- a raiz não apresenta nenhuma pergunta, de forma que o aluno não sabe o que dele se exige;
- não há concordância gramatical entre a raiz e as alternativas, pois esta termina com um ponto e as alternativas são iniciadas com letra minúscula;

- todas as alternativas são iniciadas com um elemento comum: “por ser *Homo sapiens* ele...”, que, portanto, deveria fazer parte da raiz;
- as alternativas são absurdas e incoerentes, principalmente b, c, d, e, o que com que sejam descartadas mesmo que os alunos não conheçam o assunto.

Considere agora uma outra pergunta:

(FUVEST/1977) O escorbuto era uma doença comum nas longas viagens marítimas nos séculos passados. Caracteriza-se por hemorragias nas mucosas, sob a pele e articulações. Seu aparecimento é decorrente da falta de vitamina

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D
- e. K

A raiz contém uma série de informações supérfluas sobre o escorbuto, que a palham o aluno na hora de fazer o exame. Alguns examinadores argumentam que os estudantes podem aprender durante a prova, o que é pouco provável e desaconselhável porque faz com que eles percam tempo lendo um texto inútil durante um período de tempo. As alternativas estão em ordem alfabética, o que é tecnicamente indicado.

Vejam outro exemplo:

(FUVEST/1979) Gramma, musgo, pinheiro, aveia e bolor constituem, respectivamente, exemplos dos seguintes grupos:

- a) angiospermas, fungos, coníferas, pteridófitas e musgos;
- b) monocotiledôneas, pteridófitas, angiospermas, briófitas e fungos;
- c) monocotiledôneas, briófitas, gimnospermas, pteridófitas e fungos;
- d) dicotiledôneas, briófitas, gimnospermas, pteridófitas e algas;
- e) dicotiledôneas, hepáticas, espermatófitas, briófitas e cianofíceas.

A pergunta mescla muitos tipos de vegetais, e o aluno pode responder errado, por desconhecer o assunto, mas por se confundir. Nesses casos, o melhor é organizar alternativas em forma de tabela, colocando as plantas em ordem crescente ou decrescente na escala filogenética, por exemplo. A questão ficaria melhor na seguinte forma:

Qual das alternativas apresenta corretamente os grupos a que pertencem os seguintes vegetais?

grama	pinheiro	aveia	musgo	bolor
a. angiosperma	conífera	pteridófitas	briófitas	fungo
b. monocotiledônea	angiosperma	briófitas	fungo	conífera
c. dicotiledônea	briófitas	pteridófitas	fungo	alga
d. angiosperma	briófitas	briófitas	alga	fungo

Os autores de provas com questões de múltipla escolha, além de obedecerem às regras de construção de itens, devem ter muito cuidado em sua revisão, pois é bastante comum incluir mais de uma alternativa correta. O ideal é que a prova seja elaborada por um grupo de autores e depois revista por outra pessoa que deve respondê-la sem conhecer seu gabarito. Quando esses cuidados não são possíveis, o próprio autor deve elaborar a prova, guardá-la por alguns dias e só então resolver as questões para detectar possíveis erros.

Questões de associação são aquelas em que os estudantes associam dois termos dentro de um critério estipulado, por exemplo: estruturas às funções; organismos aos grupos a que pertencem; descobertas a seus autores ou às datas em que ocorreram; fenômenos a suas causas etc.

Uma questão de associação geralmente é formada por dois conjuntos de elementos, por exemplo:

Associe os vegetais aos seus órgãos comestíveis. Cada termo pode ser associado a mais de um elemento ou a nenhum.

1. Amora  fruto
2. Cebola  raiz
3. Chuchu  caule
4. Cenoura  semente
5. Cana  bulbo
- inflorescência

Para efeito de homogeneização de uma prova, quando a maioria dos itens está na forma de múltipla escolha, uma questão de associação pode ser transformada em item de múltipla escolha. A questão acima pode ser apresentada de outro modo:

(FUVEST/1977) Amora, cebola, chuchu e cenoura, de emprego freqüente em nossa alimentação, são, na ordem, bons exemplos de:

- a. fruto, caule, raiz e bulbo
- b. fruto, bulbo, semente e caule
- c. pseudofruto, raiz, fruto e raiz
- d. inflorescência, bulbo, fruto e raiz
- e. inflorescência, bulbo, caule e raiz

Algumas das regras para construção de itens de associação são:

- as duas colunas de termos devem ser homogêneas, isto é, devem ser compostas por elementos semelhantes, como, por exemplo, só estruturas, só autores, só organismos etc.;
- quando houver uma ordem lógica possível, organizam-se as colunas dentro dessa ordem;
- o critério de associação deve ser apresentado com clareza na raiz;

- cada conjunto deve conter no mínimo 5 itens e no máximo 10;
- as colunas devem ter número diferente de elementos para que os alunos possam responder questões por exclusão.

A maior vantagem dos itens de associação é a possibilidade de se verificar, relativamente pouco tempo, se os alunos absorveram um grande número de conhecimentos, e sua principal desvantagem é que servem basicamente para medir a memorização de informações.

#### 7.4.2 Questões de resposta livre

São as questões que exigem dos alunos respostas estruturadas e apresentadas em suas próprias palavras, prestando-se, portanto, a avaliar a capacidade de analisar problemas, sintetizar conhecimentos, compreender conceitos, emitir juízos de valor etc. A popularidade entre os professores se deve à facilidade de construção, embora com maior freqüência sejam mal utilizadas, pois limitam-se a aferir a capacidade de memorizar informações. Dessa forma, sua diferença básica com as questões objetivas é eliminando, assim, a diferença entre as questões chamadas objetivas e de resposta livre, residindo apenas na objetividade e subjetividade da correção. É evidente que as questões de resposta livre permitem uma grande variação das notas atribuídas por diferentes examinadores que corrigem a mesma prova, ou da nota atribuída pelo mesmo examinador quando corrige a mesma prova em duas ocasiões diferentes.

Barbieri (1973), em trabalho que teve por objetivo verificar “a variação de notas entre professores corrigindo as mesmas provas de Biologia com perguntas de respostas livres” e a “variação de notas que cada um dos professores atribui corrigindo mais de uma vez as mesmas provas de Biologia com respostas livres”, fez com que sete professores realizassem três correções de um conjunto de 92 provas, compostas por dez perguntas. Os resultados estão resumidos no Tabela 7.3.

De acordo com a autora, “verifica-se que a variação é grande, mesmo para professores II, IV e V, que usaram o critério de corrigir a mesma questão de todas as vezes de uma só vez”. Fica assim confirmado que há enorme subjetividade no julgamento de provas de resposta livre, em função das diferenças de critério com que docentes corrigem as mesmas provas e da variação desse critério no tempo, demonstrada pelas diferenças de nota que um mesmo professor atribuiu a uma mesma prova.

Para diminuir a subjetividade do julgamento, alguns cuidados devem ser tomados, tanto na construção das questões como na sua correção. Muitas das questões de resposta livre são vagas, não informando devidamente ao aluno o que o professor quer saber. Analisemos o seguinte exemplo:

(FUVEST/1982) O mundo vai acabar e você, com um(a) parceiro(a), foi escolhido(a) para fugir para uma ilha deserta e lá começar tudo de novo. Você pode levar consigo sementes de apenas duas famílias de plantas. Que famílias você escolheria? Justifique.

A questão admite inúmeras respostas diante da situação inverossímil apresentada: o mundo vai acabar e, no entanto, resta uma ilha. O critério de seleção das sementes é subjetivo, dificultando a correção da prova, pois, a rigor, qualquer resposta está certa.

**Tabela 7.3** Soma das notas, por questão, de sete professores nas três correções das 92 provas do conjunto A.

Questões Professores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>1.ª correção</b>									
I	44,9	30,7	11,7	32,3	29,6	42,9	39,5	29,3	44,6	55,6
II	19,2	11,6	9,4	17,4	12,9	39,7	25,9	16,0	20,7	41,7
III	35,2	5,5	6,0	26,0	24,0	38,0	29,2	15,8	31,2	35,8
IV	30,0	18,2	7,6	33,8	13,1	39,6	22,9	14,3	29,3	16,6
V	31,2	17,9	8,8	33,7	6,8	34,9	18,9	6,8	10,0	22,6
VI	37,7	26,3	18,8	34,7	10,0	43,0	23,9	6,4	27,3	31,6
VII	53,3	21,6	12,4	37,6	29,6	53,5	39,6	25,0	46,6	51,1
<b>2.ª correção</b>										
I	46,8	25,8	9,4	25,5	18,9	45,2	38,5	22,2	40,8	47,0
II	25,7	15,0	7,1	16,3	16,0	28,4	9,1	3,4	13,6	51,5
III	37,8	8,5	5,8	29,2	28,2	39,0	32,5	16,5	29,2	37,8
IV	20,7	17,4	9,0	36,3	15,7	32,5	19,7	9,5	17,8	14,7
V	17,8	12,0	7,3	35,8	14,8	47,7	22,7	4,6	6,7	22,7
VI	44,9	24,0	12,2	33,0	17,6	43,3	26,4	4,6	32,6	37,1
VII	59,4	22,0	10,2	40,2	34,3	50,5	35,3	26,8	49,0	60,1
<b>3.ª correção</b>										
I	48,2	25,0	9,8	25,7	22,3	42,3	38,0	26,2	40,0	37,6
II	24,7	5,9	6,8	6,3	20,3	23,6	16,3	4,3	11,7	45,1
III	35,8	3,8	4,2	27,7	24,0	38,5	27,3	10,2	24,0	37,2
IV	20,2	11,9	5,2	34,1	11,3	31,0	17,1	7,7	15,3	19,8
V	18,6	11,0	9,7	34,9	12,3	35,2	19,6	8,2	5,2	23,7
VI	29,4	22,4	18,8	21,3	20,5	31,8	26,0	19,7	27,4	26,1
VII	59,0	19,3	11,2	31,8	31,3	50,8	38,1	31,8	47,9	58,2

Outro exemplo é:  
(FUVEST/1982) Discorra sobre o papel do homem no rompimento dos equilíbrios ecológicos.

## AVALIAÇÃO

Para responder a essa pergunta, os estudantes podem enveredar por uma série de caminhos muito diferentes que tornarão muito difícil a tarefa do examinador no momento de comparar as provas. Uma outra questão da mesma prova:

(FUVEST/1982) Que entende por poluição e indique os quatro tipos que julga mais importantes.

Embora com um pequeno problema de redação, a pergunta informa mais precisamente o que o examinador pretende.

O uso das questões de resposta livre torna difícil construir uma prova válida e objetiva de maneira adequada. Para evitar concentração num só assunto, é melhor elaborar provas com várias perguntas de respostas curtas.

Em resumo, algumas recomendações para a construção de questões de resposta livre são:

- delimitar a abrangência da resposta;
- dividir a questão em várias partes;
- preparar de antemão um gabarito para correção;
- levar em conta o tempo disponível para a realização da prova.

O critério de correção da prova de resposta livre também pode ser melhorado com alguns cuidados:

- estabelecendo-se de antemão os parâmetros para correção, atribuindo-se o valor para cada parte considerada satisfatória;
- corrigindo-se as provas sem saber de quem são, na tentativa de eliminar o efeito de halo, resultante do prejulgamento que o professor faz de seus alunos. Entretanto, mesmo não se sabendo a qual aluno pertence a prova, outros fatores podem influenciar a correção, como a ordem e a limpeza do trabalho, e a prioridade do aluno;
- corrigindo-se cada questão separadamente, de todas as provas, em lugar de corrigir a prova toda de um mesmo aluno, também ajuda a diminuir as discrepâncias de julgamento, embora não as elimine.

## 7.5 PROVAS PRÁTICAS

O curso de biologia não será completo se não incluir atividades práticas e, portanto, a avaliação também será incompleta se não incluir provas práticas que aferam, além de conhecimentos e atitudes, as habilidades adquiridas pelos alunos nos trabalhos experimentais.

Essas habilidades não podem ser medidas em provas escritas. É necessário avaliar o aluno no laboratório realizando os experimentos para verificar realmente o que aprendeu e como se comporta frente a um problema concreto.



As dificuldades para elaborar uma prova prática são inúmeras e, possivelmente, por essa razão, raramente são feitas e, quando o são, limitam-se a verificar a capacidade que os alunos têm de manipular os instrumentos, sem aferir sua capacidade de realizar uma investigação. Para haver harmonia com um ensino que vise mais que a mera memorização ou habilidade manual, as questões que compõem uma prova prática precisam preencher alguns requisitos:

- devem propor um problema que exija do aluno capacidade de investigação;
- deve ser passível de ser realizada no período de uma aula;
- deve ser realizada pela classe toda ao mesmo tempo, para permitir que se estabeleça um padrão que possibilite a comparação entre os alunos.

Para aplicação da prova, o examinador deve, com antecedência:

- Escolher os elementos que devem ser considerados para a atribuição da nota. Por exemplo: capacidade de observação, capacidade de manipulação do material, organização do experimento, interpretação dos dados etc. Uma vez resolvido quais são os fatores que deverão ser analisados, atribuem-se parcelas da nota total a cada um deles.
- Resolver se vai ou não responder às perguntas dos alunos durante o exame. No caso de se decidir favoravelmente, é preciso tomar cuidado e estabelecer também antecipadamente as respostas que podem ser dadas e o tempo que cada uma delas poderá levar, a fim de não auxiliar ou prejudicar certos alunos.

Embora seja reconhecida a importância das provas práticas, as dificuldades para sua realização e correção fazem com que sejam muito pouco comuns. Geralmente são iniciativas isoladas de alguns professores. Uma das poucas experiências nacionais em larga escala nesse sentido foi a Fundação Carlos Chagas, que incluiu, nos exames vestibulares que foram realizados nos anos de 1965 a 1971 em São Paulo, provas práticas. Além da importância que esses exames tiveram, como subsídios para classificação dos estudantes, desempenhavam papel relevante, influenciando o ensino de ciências nas escolas médias, com toda a força normativa que têm os exames vestibulares.

O Quadro 7.1 mostra exemplos de provas práticas que demandam dos alunos conhecimentos, capacidade de observação e de manipulação.

## Quadro 7.1 – Instruções para a prova prática de biologia

### Exercício 1

Pegue 4 tubos de ensaio e coloque em cada um 2 ml da solução 1 (aproximadamente 2 cm de altura no tubo de ensaio). Disponha esses 4 tubos em fila, no suporte de isopor.

Em outro tubo, coloque 2 ml do líquido A e, por meio da *borracha A*, ligue-o ao primeiro tubo do suporte de isopor. Para facilitar a ligação, retire o tubo do suporte e molhe as extremidades da borracha com água. Tome cuidado para que os líquidos dos tubos de ensaio não atinjam a borracha. Coloque o sistema no suporte. Repita a operação, usando os líquidos B, C e D e as borrachas B, C e D, respectivamente.

A *solução 1* contém cresol e bicarbonato de sódio e, por essa razão, mantém-se em equilíbrio com a pressão de CO<sub>2</sub> do ar. Se esta aumenta, a solução absorve CO<sub>2</sub> e fica mais ácida (amarela). Se a pressão diminui, a solução elimina CO<sub>2</sub>, tornando-se mais alcalina (púrpura).

Os líquidos A, B, C e D contêm:

- A: suspensão de levedo em sacarose 5%.
- B: suspensão de levedo em solução de amido.
- C: suspensão de levedo em sacarose 5% preparada com álcool etílico 25%.
- D: suspensão de levedo em sacarose 5% preparada com álcool etílico 50%.

Terminada a montagem, espere 15 minutos durante os quais deverá ser executado o exercício nº 2. Fim do prazo, pressione as borrachas com os dedos e agite, *cuidadosamente*, os tubos com a solução 1, *não deixando que o líquido atinja a borracha*. Observe, então o que ocorreu e anote os resultados no quadro abaixo:

	Observações
Sistema A	
Sistema B	
Sistema C	
Sistema D	

Terminada a experiência, retire as borrachas dos tubos sem que os líquidos a atinjam, e recoloque-as na caixa onde estavam. *Os tubos usados deverão ser colocados no recipiente indicado.*

### Questões Relativas ao Exercício 1

21. Quais das equações abaixo resumem os processos metabólicos demonstrados no par de tubos A

- $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$   
 $6 CO_2 + 6 H_2O \text{ energia} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$
- $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$   
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energia}$
- $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_6H_{12}O_6$   
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + \text{energia}$
- $2 C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11}$   
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + \text{energia}$
- $2 C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11}$   
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energia}$

22. Os resultados observados nos pares de tubos A e B demonstram que

- a atividade da amilase e da sacarase são idênticas.
- o amido inibe o metabolismo dos lêvedos.
- a atividade da amilase nos lêvedos é mais acentuada que a da sacarase.
- a atividade da sacarase nos lêvedos é bem mais acentuada que a da amilase.
- a amilase e a sacarase não ocorrem nos lêvedos.

23. O etanol é um álcool que

- os lêvedos são capazes de tolerar em concentrações relativamente elevadas no meio de cultura, sendo ele um de seus metabólitos. A concentração acima de 50% ele já inibe bastante o metabolismo dos lêvedos.
- os lêvedos são capazes de tolerar em concentrações relativamente elevadas no meio de cultura, exatamente porque o utilizam como substrato para a respiração.
- os lêvedos não toleram em concentrações relativamente elevadas no meio de cultura. A concentração de 25% ele já inibe totalmente o metabolismo do lêvedo.
- é produzido pela atividade de outros microorganismos que se desenvolvem junto à cultura do lêvedo e não por ele próprio.
- é produzido pela atividade de certas enzimas ligadas ao ciclo de Krebs; o acúmulo deste metabólito inibe a atividade dessas enzimas, daí resultando uma situação homeostática.

24. Se comparássemos o processo metabólico ocorrido no par de tubos A com o da respiração de uma semente de feijão em germinação, verificaríamos que a liberação de energia por mol de glicose consumido é

- igual em ambos os casos.
- maior no primeiro do que no segundo caso.
- maior no segundo do que no primeiro caso.
- igual, no segundo caso, à energia contida num mol de etanol produzido no primeiro caso.
- no segundo caso, menor que a energia contida num mol de etanol produzido no primeiro caso.

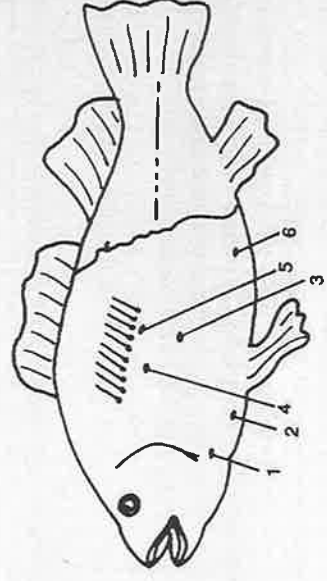
25. O  $CO_2$  produzido no par de tubos A é proveniente da descarboxilação

- da glicose.
- do etanol.
- de produtos intermediários da cadeia respiratória.
- de ácidos tricarbóxílicos.
- do ácido pirúvico.

### Exercício 2

Este exercício se refere à anatomia de peixe. Você encontrará, na sua banca, um peixe, que deverá examinar, externa e internamente, anotando, no esquema abaixo, os órgãos e as formações observadas. Examine boca, narinas, opérculo; conte os arcos branquiais; abra a cavidade do corpo do animal e anote, no esquema abaixo, as formações que encontrar, nas áreas indicadas.

Terminada a dissecação coloque os restos do animal no saco plástico e limpe o material utilizado.



Questões relativas ao exercício 2

26. No animal examinado não ocorre:

- a. estômago.
- b. pâncreas.
- c. pericárdio.
- d. diafragma.
- e. mesentério.

27. O órgão localizado na região apontada pela seta 5, de cor vermelha escura, é:

- a. fígado.
- b. rim.
- c. gônada.
- d. coração.
- e. baço.

28. O órgão localizado na região apontada pela seta 4, de cor clara, é:

- a. bexiga natatória.
- b. fígado.
- c. pâncreas.
- d. gônada.
- e. baço.

29. O órgão localizado na região apontada pela seta 1 é:

- a. pâncreas.
- b. coração.
- c. fígado.
- d. esôfago.
- e. gônada.

30. Na respiração do peixe, a água entra:

- a. pelo opérculo, passa pelos 4 arcos branquiais e vai para a cavidade bucal, sendo expelida pela boca e pelas narinas.
- b. pelas narinas, indo para a boca e saindo pelo opérculo, passando pelos 5 arcos branquiais, onde se verificam as trocas gasosas.
- c. pelas narinas, indo por um ducto para o opérculo e passando pelos 4 arcos branquiais, onde se verificam trocas gasosas.

d. pela boca e sai pelo intestino e pelo opérculo, passando pelos 3 arcos branquiais, onde se verificam as trocas gasosas.

e. pela boca e sai pelo opérculo, passando pelos 4 arcos branquiais, onde se verificam trocas gasosas.

Fonte: Fundação Carlos Chagas – Cessem. Prova Prática de Biologia.

Quadro 7.2

Eis outro exemplo, sem resposta de múltipla escolha. Cada aluno recebe o seguinte material:

- 5 frascos de boca larga
- 2 ramos de elódea de cerca de 5 cm em água de lagoa
- solução de azul de bromotimol
- etiquetas
- animais aquáticos (peixes ou girinos)

*Instruções para os alunos.* Etiqueta os frascos com os números de 1 a 5. No frasco nº 1 coloque água de lagoa e um ramo de elódea; no frasco nº 2, coloque água de lagoa e um animal e no frasco nº 3 coloque um ramo de elódea e um animal.

O que você espera que aconteça com cada um dos frascos? Por quê? Como você irá montar controles para o experimento? Que tipos de controle são necessários nesse experimento para verificar se o bromotimol não influi na atividade da elódea e do animal? Sua hipótese foi confirmada? Que foram os resultados obtidos do experimento? Por quê?

7.6 QUESTÕES QUE VERIFICAM DIFERENTES TIPOS DE CONHECIMENTOS

Mesmo quando não é possível, ou conveniente, realizar provas práticas, para que a avaliação dos cursos de biologia atinja plenamente suas funções, é de fundamental importância que as provas contenham questões que afirmem conhecimentos mais complexos do que a memorização. Quando os objetivos do curso incluem a vivência do processo de investigação científica, os exames coerentemente precisam apresentar problemas aos alunos, possibilitando-os demonstrar sua capacidade de compreensão, de aplicação de análise e síntese de conhecimentos.

Essa necessidade é reconhecida por muitos professores que, no entanto, admitem encontrar dificuldades para formular questões que possam verificar níveis de conhecimento mais complexos.

Serão apresentados a seguir exemplos que poderão servir aos docentes como ilustração de perguntas que exigem diferentes tipos de raciocínio. São propostos na forma de questões de múltipla escolha, pois são mais difíceis de elaborar; porém, se o professor preferir questões de resposta livre, basta não usar as alternativas.

A partir de cada um dos títulos, o professor poderá preparar outras questões na mesma linha, adequadas aos programas que desenvolve em seus cursos.

### Como organizar o experimento?

Perguntas que visem verificar a capacidade de reconhecer experimentos bem planejados. Exemplo: duas plantas, I e II, foram cultivadas num mesmo terreno. Depois de algum tempo verificou-se que as plantas da espécie I cresceram muito menos que as da espécie II. Para verificar se a espécie I é inibida por uma substância produzida por II, o *melhor* procedimento será:

- cultivar as duas plantas separadamente e medir o seu crescimento.
- cultivar as duas plantas juntas em diferentes condições ambientais.
- analisar quimicamente extratos de I e II.
- \*d. aplicar extrato de II em I.

### Que evidência é necessária para demonstrar?

Itens cuja função é identificar os dados necessários para suportar ou negar uma hipótese. Exemplo: para verificar a hipótese "O crescimento dos coleóptilos é estimulado pela região apical", foi organizada uma experiência com três grupos de plantas:

Grupo I – os coleóptilos permaneceram intactos.

Grupo II – as pontas dos coleóptilos foram cortadas e recolocadas no mesmo lugar.

Grupo III – as pontas dos coleóptilos foram cortadas e retiradas.

A hipótese ficará demonstrada se cresceram apenas as plantas do(s) grupo(s):

- I.
- II.
- I e II.
- II e III.

\*Indica a resposta correta.

### Qual o resultado esperado?

Perguntas para verificar se o aluno é capaz de prever as conseqüências do tratamento experimental. Exemplo: uma planta foi colocada nas seguintes condições experimentais:

Depois de dois dias a planta:

- deixará de crescer.
- crescerá normalmente.
- crescerá em direção à fonte de luz.
- crescerá em direção contrária à fonte de luz.

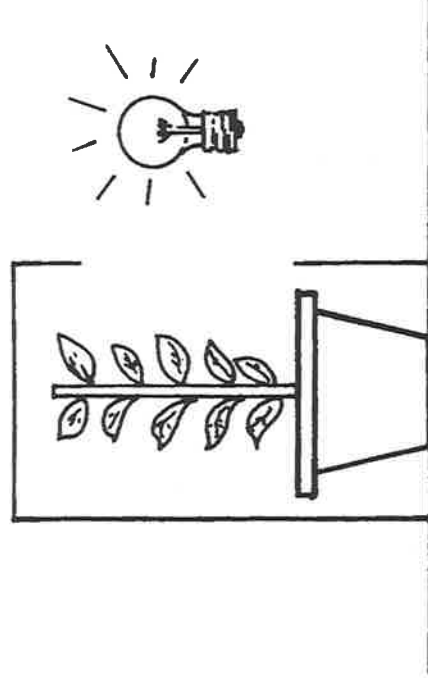


Figura 7.1

### O que está sendo testado?

Questões que verificam a capacidade de identificar a variável que está sendo analisada. Exemplo: três grupos de coleóptilos de alpinista foram utilizados numa experiência. As plantas do grupo I ficaram intactas. As pontas dos coleóptilos do grupo II foram cortadas e recolocadas sobre as plantas. As pontas dos coleóptilos do grupo III foram cortadas e retiradas. Todos os grupos permaneceram nas mesmas condições ambientais. O experimento visa a verificar se:

- o crescimento do coleóptilo depende do ambiente.
- o crescimento do coleóptilo depende de uma substância química.
- o ferimento mata o coleóptilo.
- a ponta do coleóptilo cresce, mesmo depois de cortada.

### Qual o controle do experimento?

São perguntas que levam o aluno a identificar o grupo que serve como padrão de comparação numa situação experimental. Exemplo: para verificar o papel dos limbos na queda das folhas, um conjunto de plantas foi dividido em três grupos, tratados da seguinte forma: o grupo I teve o limbo completamente retirado, ficando os pecíolos íntactos; o grupo II teve a metade direita do limbo retirada; o grupo III teve a metade superior do limbo retirada.

O experimento assim organizado:

- permite chegar às conclusões desejadas.
- foi mal planejado pois falta um grupo com as folhas íntactas.
- foi mal planejado pois faltam vários grupos com tamanhos diferentes de pecíolos.
- foi mal planejado pois falta um grupo sem pecíolos.

### Qual a pressuposição em que se baseia o experimento?

São itens que verificam a capacidade do estudante de reconhecer as premissas das quais depende a análise dos resultados de uma pesquisa. Exemplo: Trinta plantas de uma espécie, das quais foram retirados os limbos das folhas, foram divididas em três grupos:

Grupo I – pecíolos permaneceram íntactos.

Grupo II – pecíolos foram tratados com lanolina pura.

Grupo III – pecíolos foram tratados com lanolina mais hormônio, retirado do limbo das folhas de outra espécie de planta.

Os pecíolos de todos os grupos caíram, com exceção do grupo III, concluindo-se que, nos vegetais, o hormônio do limbo impede a queda das folhas. A conclusão baseia-se na idéia de que:

- todos os indivíduos reagem da mesma forma.
- os hormônios são iguais em todas as plantas.
- as folhas produzem hormônios.
- os pecíolos produzem hormônios.

### Como interpretar os dados obtidos?

São os itens que demandam a capacidade de compreensão de gráficos e tabelas. Exemplo: um pesquisador interpretou da seguinte forma o gráfico “o crescimento da raiz é acelerado pelo crescimento do caule”.

A interpretação do pesquisador:

- é confirmada pelos dados.
- contradiz os dados.
- é parcialmente confirmada pelos dados.
- não é confirmada nem contradiz os dados.

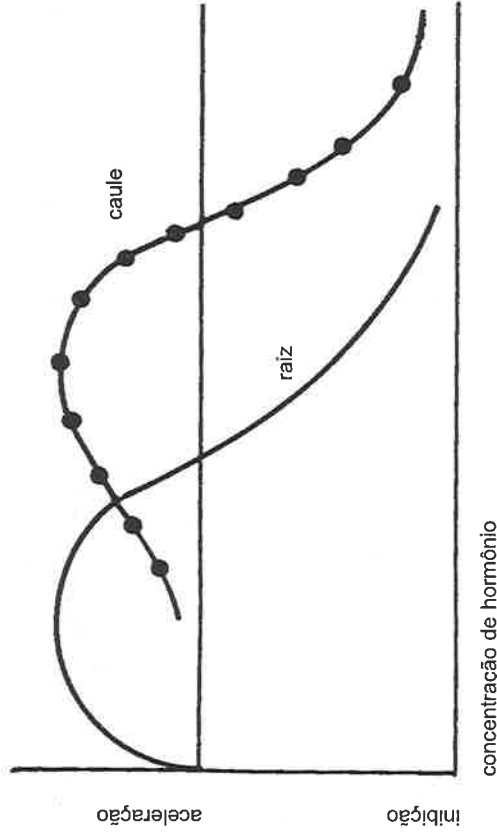


Figura 7.2

### Que teoria o fenômeno apóia?

São questões que visam verificar se os alunos são capazes de aplicar conhecimentos numa situação concreta. Exemplo: um geneticista conseguiu cruzar duas espécies diferentes, obtendo plantas que se intercruzavam normalmente dando descendentes férteis. Esse resultado concorda com a teoria:

- da geração espontânea.
- autotrófica da origem da vida.
- cromossômica da herança.
- evolucionista.

### O experimento está correto?

São questões que também verificam a correção da organização de experimentos. Exemplo: o esquema abaixo representa a montagem de uma experiência para verificar a influência da luz no crescimento de coleóptilos.

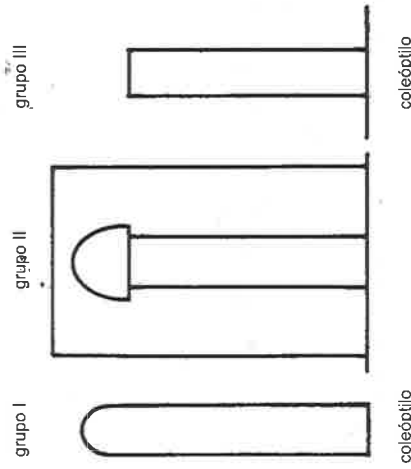


Figura 7.3

O experimento está montado:

- corretamente;
- incorretamente, porque há diversos fatores variando simultaneamente;
- incorretamente, porque o grupo I deveria ficar no escuro;
- incorretamente, porque o grupo II deveria ficar no claro.

*Como funciona o aparelho?*

São questões relacionadas à compreensão do funcionamento do equipamento usado para fazer medidas em experiências biológicas. Exemplo: considere o seguinte instrumento, destinado a medir a respiração.

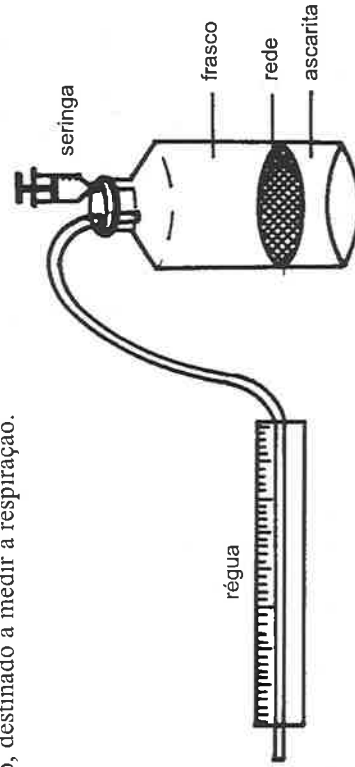


Figura 7.4

A função do ascarita é:

- manter a umidade do frasco constante.
- regular a temperatura do ambiente.
- absorver o oxigênio do ar existente no frasco.
- absorver o gás carbônico liberado no respiração.

## 7.7 ANÁLISE DAS PROVAS

No processo de avaliação, a fase de interpretação dos dados obtidos tem tanta importância quanto as fases de escolha e elaboração dos instrumentos de avaliação.

Os requisitos básicos de uma prova são:

- validade do conteúdo, ou seja, o instrumento serve para obter uma amostra que represente adequadamente os objetivos que o professor tem para seu curso;
- gradação da dificuldade que depende dos objetivos da avaliação. Quando que se tem em mira é classificar os alunos, as questões devem ir de dificuldade de média para grande. Quando se deseja verificar se os alunos aprenderam determinado assunto, as questões devem variar de dificuldade média para pequena;
- validade de construção: verificar se as questões que constituem a prova estão bem elaboradas, não contendo erros técnicos que induzam os alunos a erro por dificuldades na compreensão das perguntas;
- fidedignidade: ou seja, o instrumento de avaliação garante que diferentes observadores atribuam notas iguais a um mesmo trabalho, em diferentes correções;

A escolha do tipo de questão que deve compor uma prova está estreitamente relacionada à necessidade de fidedignidade. Quando os grupos são numerosos e a importância das notas é muito grande, é preciso garantir que não haja variações no critério de correção das provas, ou pelo uso de provas objetivas, ou de perguntas de resposta livre cujos parâmetros para correção sejam bem estabelecidos.

- discriminação: uma prova bem construída e equilibrada apresenta resultados consistentes, que permitem distinguir os alunos que aprenderam dos que não progrediram durante o curso.

O levantamento de informações sobre a qualidade da prova é feito para verificar se os resultados dependem do instrumento usado, do aprendizado dos alunos e da qualidade do curso ministrado pelo professor. Para tanto, é necessário proceder à análise da prova e das questões separadamente, a fim de identificar tanto os problemas de aprendizagem como deficiências técnicas que possam invalidar uma questão como instrumento de avaliação.



Uma análise estatística simples, feita pelo professor, pode servir para coletar dados sobre suas questões e melhorar progressivamente a qualidade das provas e dos exames que realiza. Os dados que melhor servem para esse fim são os índices de dificuldade e de discriminação de cada questão e, para obtê-los, o procedimento deve ser o seguinte:

1. Classificar as provas na ordem crescente de notas.
2. Separar as 10 provas (cerca de 17% do total da classe) de notas mais altas e as 10 de notas mais baixas (grupo inferior).
3. Calcular a percentagem de alunos de cada grupo superior que acertou cada uma das questões.
4. Calcular o índice de discriminação de cada questão, obtendo a diferença entre a percentagem do grupo superior que acertou a pergunta e a percentagem do grupo inferior que também a respondeu corretamente. Quando a maioria dos alunos que foi bem na prova resolve bem a questão, e os alunos que não se saíram bem no total também vão mal em relação à questão, este é bem discriminativa. Por exemplo, 75% do grupo superior e apenas 25% do grupo inferior acertaram uma questão, dando um índice de 50.

Quando, no entanto, numa questão, os alunos que obtiveram bons resultados na prova se saíram mal, é preciso verificar o que aconteceu. A pergunta pode estar mal elaborada, o assunto pode ter sido mal dado etc.

Casos que exigem uma atenção ainda maior são aqueles em que os alunos do grupo superior se saem mal, ao contrário daqueles do grupo inferior, que acertam a questão, dando um índice de discriminação negativo. Por exemplo, um item acertado por 20% do grupo inferior e por 10% do grupo superior, dando um índice de discriminação de -10, possivelmente é uma questão ambígua ou trata de assuntos que incluem exceções não consideradas pelo autor do item, não conhecidas dos alunos que estudam bastante e que, portanto, não dão a resposta esperada. Questões com índice de discriminação até 0,5 são boas. Podem ser melhoradas as de 0,49-0,29 e devem ser abandonadas aquelas cujo índice está a baixo de 0,19.

Os resultados de uma prova são melhor visualizados quando apresentados em histogramas.

A literatura sobre avaliação indica que o bom resultado de um teste deve ser uma curva normal, mas concepções mais recentes de ensino admitem que o esforço do professor deve ser dirigido exatamente para a modificação do padrão dessa curva, de forma a permitir que a maioria dos alunos possa se sair bem, demonstrando ter aprendido o que foi ensinado. O trabalho das escolas nas atividades de recuperação tem como objetivo mudar esse padrão, dando aos estudantes mais tempo para a aprendizagem, apresentando o assunto de várias formas alternativas, de modo a atender aqueles que, por alguma razão, não aprendem com a mesma velocidade e da mesma forma que a maioria. Os do-

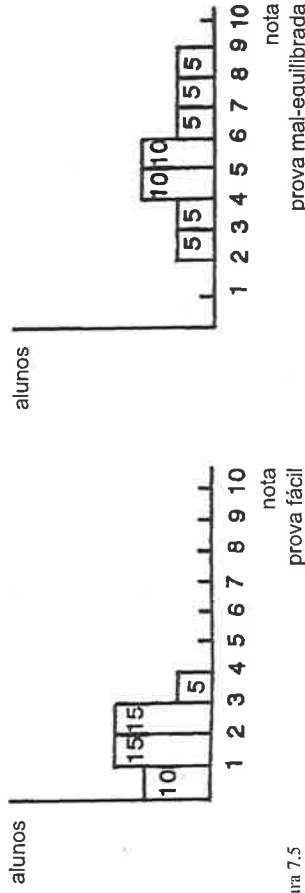


Figura 7.5

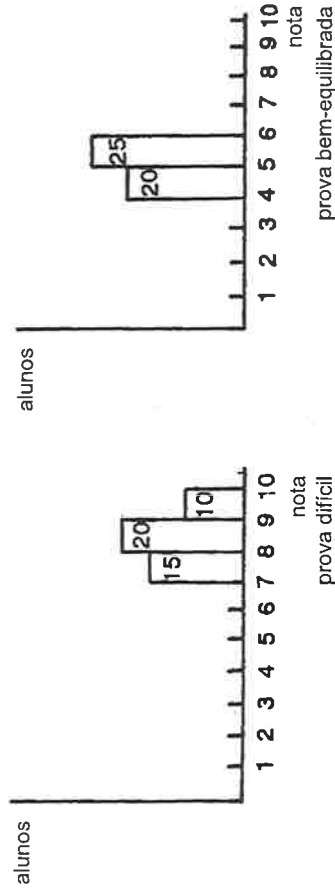


Figura 7.6

centes, ao realizar as avaliações de seus cursos, devem usar os resultados obtidos principalmente para analisar seu próprio trabalho, no sentido de melhorar o ensino e a aprendizagem nas classes pelas quais são responsáveis.

## 7.8 CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS PROVAS

A literatura revela hoje três tendências para interpretação dos resultados de avaliação:

- o desempenho do aluno é comparado a um parâmetro estabelecido, de antemão, como padrão aceitável. Um exemplo desse procedimento é o exame miniatório, em que é estipulada uma nota mínima;
- o desempenho do aluno é comparado ao dos outros estudantes da mesma classe ou da mesma população. Construída a curva de distribuição das notas de um grupo de sujeitos, a posição de um aluno específico é determinada em relação ao conjunto;

- o desempenho do aluno é comparado ao resultado que ele mesmo obteve, em avaliações anteriores, de forma a representar o progresso de cada estudante.

A adoção de um desses critérios indica a concepção de educação e a confiança do docente em no rigor de sua avaliação. O uso de notas numéricas com frações de décimo de ponto implica a aceitação de um suposto rigor e objetividade, que as atuais provas e instrumentos de avaliação não têm como medir. É preciso que os professores assumam a responsabilidade de observar seus alunos diariamente e valorizar esse tipo de conceito que, sem dúvida, representará o avanço real de seus estudantes.

### atividades

- Colete a resposta dada a uma mesma pergunta de resposta livre de cinco alunos de uma mesma classe. Faça um grupo de professores atribuir notas aos alunos, sem que tenham estabelecido de antemão os parâmetros para a resposta. Um outro grupo deverá responder à questão antecipadamente e estabelecer os parâmetros da correção. Quais são as diferenças entre os dois grupos? Por quê?
- Prepare itens de múltipla escolha, de associação e de resposta livre. Critique, com base nas regras de elaboração de itens, as questões preparadas.
- Elabore alternativas para uma questão cuja raiz é a seguinte: um agricultor descobriu um pé de tomate que só produz frutos sem semente. Esta planta...
- Estipule uma nota mínima para a aprovação de seus estudantes. Aplique uma prova dissertativa. Dê notas aos estudantes, considerando o mínimo estabelecido, a posição de cada aluno em relação ao grupo e em relação ao progresso feito no último mês. Houve coincidência? Qual é o significado do resultado?

### Sugestões de Pesquisa

- Analisar as provas usadas pelos professores de biologia de sua região, considerando o tipo de ensino que representam, o conteúdo que enfatizam etc.
- Analisar, da mesma forma, as provas de biologia usadas nos exames vestibulares das universidades de sua região e relacioná-las ao tipo de influência que exercem no ensino médio.

### Referências

- AMERICAN FEDERATION OF TEACHERS. *What College Bound Students Abroad are Expected to Know about Biology*. National Center for Improving Science Education. USA, The Network I: 1994.
- BARBIERI, M. R. *Subsídios para o Estudo do Planejamento do Ensino de Biologia, em Nível 2º Grau*. Brasil, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1973 (T mimeografada).
- HARLEN, W. *Guides to Assessment In Education Science*. London, McMillan, 1983, p. VII.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE EVALUATION OF EDUCATION ACHIEVEMENT (IEA), *Science Achievement in Seventeen Countries – A Preliminary Report*. London, Pergamon Press, 1979.
- KRASILCHIK, M. *Avaliação no Ensino de Ciências*. Brasil, Projeto Ipê, Ciências IV, SEC/SP, 1979, p. 6.
- LAPOINTE, A. E. et al. *Learning Science*. USA, Princeton Educational Testing Service, 1992.
- ROWNTREE, D. A. *Dicionary of Education*. London, Harper & Row, 1981, p. 111.

## 8. O PROFESSOR NA SALA DE AULA

Você vai para a escola assumir suas aulas:

- Como conhecer o ambiente onde vai trabalhar?
- O que deve observar?
- O que deve fazer?
- Quais as dificuldades encontradas no relacionamento com colegas, alunos, funcionários e administradores?

### 8.1 INTRODUÇÃO

Conhecedor do conteúdo e dos elementos de educação essenciais à atividade docente, o professor principiante vai à escola. Agora não mais como aluno, mas como profissional responsável por uma disciplina em um estabelecimento de ensino. Esse primeiro contato pode ser assustador e desgastante, quando o novato não está devidamente preparado.

Os estágios são uma forma de introduzir o licenciado na escola, com o auxílio de guias experientes que possam orientá-lo e auxiliá-lo na solução das dificuldades que possam surgir.

As atividades de estágio em escolas do ensino médio e fundamental, realizadas pelos futuros professores, devem formar o cerne de qualquer programa de Prática de Ensino, pois delas derivam a análise da realidade que os alunos deverão enfrentar em suas atividades profissionais e sobre as quais deverão atuar como agentes de mudança.

O estágio é também um canal de comunicação ligando as escolas de ensino superior às escolas de ensino médio e fundamental, daí levando informações de suas necessidades à universidade, que deve responder às escolas de nível primário e médio com o influxo de novas ideias.

A extrema importância dos estágios é indiscutível, bem como as dificuldades para executá-los de forma que atinjam plenamente suas funções nos programas de formação e professores. Uma dessas dificuldades reside nas relações entre os dois grupos de instituições envolvidas, que são muito delicadas e precisam ser cuidadosamente planejadas para que não assumam caráter de fiscalização ou cobrança de uma ou de outra parte. A construção de relações de colaboração e de apoio mútuo, visando a melhoria do ensino em todos os graus, é uma meta que deve ser pretendida por todos os que tomam parte no planejamento e execução dos estágios.

Até o final da década de 1960, grande parte dos estágios era realizada nas escolas-laboratórios, colégios ou escolas de aplicação, instituições vinculadas às universidades para esse fim. Este tipo de estabelecimento de ensino tornou-se inviável quando o número de estagiários aumentou consideravelmente, tornando-se impossível recebê-los simultaneamente numa mesma escola. Por sua vez, as escolas de aplicação passaram a formar um grupo de instituições atípicas, em que as condições de trabalho diferiam muito das condições oferecidas pela grande maioria das escolas, dando ao futuro professor uma visão deformada da realidade na qual iria trabalhar. Segundo Fracalanza (1982), “gradativamente se acentuava a distância entre o ensino que se fazia nos Colégios de Aplicação, reservado a grupos minoritários, e aquele que se fazia nas escolas secundárias, em geral abertas à grande maioria dos alunos”. Assim, os estágios passaram a ser realizados em escolas comuns da rede pública ou particular de ensino, por meio de convênios firmados entre estas e as universidades ou, em alguns casos, como resultado de simples contatos pessoais dos professores de prática de ensino, ou dos coordenadores de estágios, com os diretores, orientadores pedagógicos ou mesmo professores, que chamaremos de professores-monitores, os quais recebem e orientam os estagiários.

## 2. CONDIÇÕES PARA REALIZAR UM ESTÁGIO DE BOA QUALIDADE

### 2.1 Estabelecer relações de cooperação entre escolas do ensino médio e fundamental e escolas de formação de professores

Há uma tendência de considerar os estágios como forma de interferência no trabalho dos professores, que se sentem constrangidos na presença dos universitários que observam suas aulas. Cabe aos coordenadores de estágios e professores de prática de ensino esclarecer tanto seus alunos universitários como os professores e administradores das escolas de ensino médio e fundamental sobre os reais objetivos dos estágios: propiciar aos futuros professores a oportunidade de participar da vida das escolas, contribuindo para a melhoria do ensino.

Na verdade, os estágios só poderão servir plenamente a seus fins se os estagiários passarem a sentir-se elementos da escola e não estranhos a ela. A formação desse espírito depende, em grande parte, dos administradores de escola, diretores, orientadores etc., que podem criar um clima favorável ao trabalho dos estudantes ou dificultá-lo, impedindo obstáculos ao cumprimento de suas tarefas. Quando os estagiários são encarados

como um problema a mais, o clima será desfavorável; quando são considerados um auxílio, sua recepção será amistosa e as relações de trabalho se desenvolverão satisfatoriamente.

Os professores-monitores, obviamente, têm também papel preponderante na etapa dos licenciandos, desde que possam trabalhar de comum acordo com os professores de prática de ensino e encarar suas atividades não como fonte de sobrecarga de trabalho, mas sim como uma oportunidade de instruir e ajudar jovens colegas, com quem será possível trocar idéias e opiniões sobre os cursos que estão ministrando e sobre temas do ensino.

### 8.2.2 Discutir e sistematizar as ocorrências dos estágios nas aulas de prática de ensino

Nos cursos de prática de ensino duas situações extremas são comuns. Numas as aulas são, na verdade, de *teoria da prática*, com aulas em que os assuntos apresentados de forma teórica, sem que os alunos tenham contato com escolas, professores ou estudantes da rede escolar, o que, obviamente, torna os futuros professores despreparados para enfrentar a realidade de uma classe. O outro pólo é igualmente mutilador do que poderia ser uma rica experiência profissional e pessoal – uma simulação passageira pelas escolas, sem que o observado seja, ao menos, analisado e discutido.

Assim, num estágio adequadamente organizado, o aluno vai para as escolas visando orientado quanto ao que deve observar, fazer e como registrar e relatar impressões sobre o que viu e sentiu durante o tempo que conviveu como professor-monitor e seus alunos. O ideal é que, tudo o que vai ocorrendo seja concomitantemente discutido nas aulas de prática de ensino.

### 8.2.3 Estabelecer uma estreita relação entre o professor-monitor e o professor de prática de ensino

Uma das maiores e mais freqüentes críticas aos estágios é a de que, durante as aulas dos cursos de prática de ensino, são analisadas situações e propostas irreais correspondendo a uma situação ideal e teórica de difícil aplicação nas escolas.

Na verdade, quando esta crítica é válida, decorre da falta de articulação entre dois elementos de um programa de prática de ensino, como consequência de uma série de fatores:

- o conhecimento e experiência que o professor de prática de ensino tem do estágio de ensino médio e fundamental. Quando esse conhecimento é prático, há necessariamente um desequilíbrio entre o que é proposto como devendo ser e o que é viável nas escolas;

- inexistência de relação direta entre o professor que recebe os estagiários e o professor de prática de ensino, o que pode também resultar numa profunda defasagem entre o que esse diz que deve ser feito, o que o professor-monitor diz que faz e o que o estagiário observa, na verdade, durante as aulas.

A maioria desses problemas decorre de uma falta de organização do estágio, que deveria ser encarado como uma responsabilidade comum das universidades e dos sistemas educacionais no que diz respeito à formação condigna dos futuros professores. No momento, essas atividades dependem basicamente de boas relações a nível pessoal entre os professores de prática de ensino e os professores-monitores, que não têm nenhuma compensação pelo trabalho que executam além do sentimento de estarem ajudando um colega principiante. Em muitos casos os professores-monitores, apesar da boa vontade, pouco podem fazer, devido ao acréscimo de trabalho que mais esta atividade implica. Só dispõem dos poucos períodos entre as aulas ou mesmo de seu tempo de intervalo para atender o estagiário, dar-lhe instruções e discutir o que ocorreu. Para que haja uma organização adequada do estágio, faz-se necessário que o professor-monitor seja liberado de algumas atividades para atender os universitários e participar de reuniões com os coordenadores de estágio e professores de prática de ensino.

### 3.2.4 Incluir o tempo de estágio no horário dos alunos

Os alunos dos cursos de prática de ensino, de modo geral, não prevêem o tempo para o estágio quando planejam seu programa letivo e têm dificuldades para encontrar horários convenientes nas escolas. Assim, acabam por se conformar com qualquer solução, desde que possam comparecer à escola. Nessas condições, raramente podem trabalhar com as melhores classes e com os melhores professores.

## 3.3 TIPOS DE ESTÁGIOS

Os estágios podem ser classificados em três grandes grupos: estágios de observação; estágios de participação e estágios de regência.

### 3.3.1 Estágios de observação

Estágios de observação são aqueles em que o estagiário está presente sem participar diretamente da aula.

Há muitas objeções a essa modalidade, pois, aparentemente, o aluno que viveu tanto tempo na escola não precisaria mais despender tempo observando o que conhece muito bem. Na verdade, na condição de futuro professor, ele deve ver a escola de um

ângulo muito diverso do que viu na condição de estudante, precisando de instruções orientações sobre o que buscar e focalizar. Geralmente, acaba verificando que há muitos aspectos que merecem análise e pesquisa mais detida e, para poder fazer uma descrição acurada da situação. Os seguintes aspectos podem ser considerados no estágio de observação:

### Situação geral da escola

Deverá ser feita uma breve descrição do estabelecimento de ensino, abrangendo as características e condições das instalações, o que compreende salas de aula, laboratórios, bibliotecas, áreas de esporte e lazer, cantinas etc.; uma análise da clientela matriculada considerando as condições sócio-econômicas dos alunos e diferenças porventura existentes entre estudantes dos vários períodos; observações sobre a administração e as relações entre o tipo de direção, organização e funcionamento da escola; e relações entre professores, alunos e funcionários.

Os procedimentos utilizados nas aulas de recuperação e conselhos de classe recebem atenção especial. Uma breve descrição dos sistemas de tomada de decisão e dos graus de autoridade são também muito úteis para que os futuros professores possam conhecer melhor as condições de trabalho.

Informações para esse tópico são obtidas por meio de análise de documentos, entrevistas com professores, administradores e funcionários e observação de atividades como reuniões de professores, festividades, comportamento dos alunos no recreio, modo de associação de pais e mestres etc.

### Nível cognitivo das aulas

Esta dimensão da observação inclui os aspectos relativos à forma como os docentes organizam o ensino, visando o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Para direcionar a observação e padronizar as informações sobre as aulas, é usado uma classificação dos comportamentos cognitivos. A taxionomia dos objetivos de Bloom e colaboradores é, de todas, a mais conhecida e inteira satisfação para as finalidades do estágio. Além do tipo de raciocínio que o professor usa para desenvolver, os estagiários devem analisar as formas pelas quais o professor organiza a seqüência dos conteúdos e como elas são integradas com os tópicos da mesma disciplina e com outras disciplinas.

As informações para esse item do relatório são obtidas pela observação direta das aulas e pela análise dos livros e dos materiais usados pelos alunos, assim como das listas e documentos referentes ao planejamento curricular preparados pelos professores.

### *Clima afetivo das aulas*

A análise da dimensão emocional do processo ensino-aprendizagem, assim como as relações sociais estabelecidas na escola, é um componente imprescindível da formação dos professores, principalmente porque a influência dos fatores afetivos é geralmente mascarada pela importância e primazia atribuídas à transmissão de informações no processo educacional.

Os elementos para análise de relações afetivas são obtidos pela observação das aulas e do comportamento de alunos e professores durante os períodos de recreio e por meio de entrevistas.

A utilização de instrumentos para análise de interação verbal pode também fornecer dados sobre diferentes comportamentos de alunos em diferentes situações como, por exemplo, a mesma série de aulas dadas pelo mesmo professor em duas disciplinas. Outra situação bastante comum é a de diferenças de comportamento dos alunos da mesma série em aulas sobre o mesmo assunto ministradas em diferentes horários.

Aspectos que devem ser anotados e servem para orientar a ação de estagiários em suas futuras aulas são os desempenhos do professor que promovem um clima de livre participação nas aulas e aqueles que, ao contrário, coíbem essa participação.

Os observadores devem também estar atentos para elementos do currículo latente que vigoram na escola, refletidos nas regras de conduta em vigor, nos valores aceitos etc.

### *Organização das aulas*

Este item inclui a obtenção de dados sobre a estrutura das atividades didáticas, assim como dos recursos disponíveis e usados pelos professores.

A preparação efetuada pelos professores, as modalidades didáticas escolhidas e os procedimentos usados na elaboração e aplicação de provas e outros instrumentos de avaliação são aspectos que devem ser arrolados pelos observadores.

A análise dos recursos e do material de apoio deve incluir a discussão com o professor sobre o seu critério de seleção, a forma de utilização do livro-texto e dos recursos audiovisuais. Mesmo o uso do quadro-negro fornece informações preciosas sobre o ensino ministrado nas escolas.

A frequência dos vários tipos de aulas, expositivas (de discussão), práticas (de jogos e excursões), dá também uma visão importante para a orientação dos professores de prática de ensino e para os programas de reciclagem de professores organizados pela universidade ou outros órgãos do sistema educacional, encarregados do desenvolvimento de recursos humanos.

### *Observações gerais e incidentes críticos*

No relatório deve ser garantido um espaço para os alunos poderem expressar impressões e anotar informações não previstas durante o período de planejamento do

estágio, assim como incidentes que descrevam situações interessantes observadas durante os mesmos.

A anotação dos incidentes servirá tanto para discussões sobre a realidade das aulas, como para a preparação dos licenciandos para enfrentar as situações-problema mais frequentes nas escolas.

Os relatórios de observação elaborados individualmente pelos estagiários, analisados em conjunto pela classe sob a direção do professor de prática de ensino, dão aos alunos uma visão do ensino de biologia em escolas do ensino médio e fundamentam sua comunidade. Com base nesses relatórios, o professor de prática de ensino elaborará relatório geral que é distribuído a todos e que serve como ponto de partida para os trabalhos seguintes do curso de prática de ensino. Por exemplo, os livros mais adotados e analisados pelos alunos, os problemas de disciplina identificados são discutidos e avaliadas suas possíveis soluções.

### **8.3.2 Estágios de participação**

Definiremos o estágio de participação como aquele em que o aluno auxilia o professor, sem contudo assumir a total responsabilidade pela aula. Geralmente, nos estágios de participação, os estudantes ajudam o professor-monitor nas aulas práticas, para os trabalhos em grupo, na preparação de material etc. Em alguns casos, enquanto o professor monitor trabalha com a maioria da classe, os estagiários se encarregam de pequenos grupos de alunos que ficam fazendo outras coisas, como trabalhos de microscopia, por exemplo. Esse procedimento permite aos estagiários trabalhar com um grupo menor de alunos, o que é mais fácil para os principiantes. Além disso, como o número de microscópios existentes nas escolas é pequeno, não dá para todos os alunos ao mesmo tempo. O invenoiente desse procedimento é tratar, de maneira diferente, as partes da classe. Uma solução para esse problema é planejar uma aula prática com um assunto que possa ser visto macroscopicamente, combinado com um assunto de microscopia. A aula é dividida em dois períodos de 20 minutos, por exemplo, ou a prática ocupa dois períodos de aula de 50 minutos. Assim, por exemplo, enquanto alguns alunos observam células ao microscópio, outros fazem experimentos sobre enzimas ou respiração; enquanto um grupo de estudantes observa tecidos de condução, outros realizam experimentos de transporte em vegetais. Dessa forma, a discussão final poderá ter a participação de todos.

### **8.3.3 Estágios de regência**

Conceituaremos o estágio de regência como aquele em que o estagiário tem a responsabilidade da condução da aula. São várias as modalidades de estágio de regência, como veremos a seguir.



### **Execução de atividades esparsas durante o curso regular**

O estagiário é encarregado de uma aula, uma discussão, uma atividade prática etc., pelo professor-monitor, como preparação para a fase final do estágio, quando passará a responder por uma parcela do curso.

### **Execução de uma unidade durante o curso regular**

Um aluno ou, de preferência, um grupo de alunos é encarregado de uma unidade de cerca de 10 aulas. O assunto é combinado com antecedência com o professor-monitor, e o planejamento é feito durante as aulas de prática de ensino, com a assessoria do professor e a participação dos colegas. O planejamento compreende a escolha dos objetivos da unidade, a preparação das aulas, a elaboração de material didático e dos instrumentos de avaliação. Depois de dar as aulas, os alunos analisam os resultados obtidos na avaliação, a reação dos alunos, as diferenças entre o que foi planejado e o que realmente ocorreu e as causas dessas diferenças.

O problema maior relacionado a este tipo de estágio é a dificuldade de encontrar professores que cedam 10 aulas seguidas de seu curso. É mais fácil que isto ocorra quando o estagiário já trabalhou com o professor anteriormente, durante os estágios de observação e de participação.

### **Minicursos**

De acordo com a definição de Carvalho (1980),

[...] minicurso é um conjunto de aulas sobre um tópico do currículo de 1º ou 2º graus, de tal forma que abranja os principais tipos de atividades de um professor no desenvolvimento didático de um conteúdo. Os minicursos são planejados pelos estagiários na universidade e oferecidos a uma escola da comunidade, como atividade extracurricular.

Os minicursos, que também compreendem cerca de 10 aulas, diferem em vários aspectos, do estágio em que o aluno executa uma unidade: os tópicos não fazem parte do programa obrigatório do curso e podem ser escolhidos livremente pelos estagiários. Alguns dos tópicos selecionados podem abordar assuntos interessantes, que normalmente não são incluídos nos programas das escolas de ensino médio e fundamental. Por exemplo, poluição, explosão populacional, melhoramento genético, etologia etc. A frequência é optativa e o horário das aulas não faz parte das atividades comuns. Assim sendo, os minicursos não interferem na programação regular da escola, mas a situação de classe é bastante diferente da situação normal. Quando não é possível conseguir professores que queiram ceder suas aulas para que os estagiários desenvolvam unidades, os minicursos podem servir para solucionar a situação.

Ferreira (1979) obteve bons resultados com estagiários que realizaram minicursos de biologia planejados na Faculdade Estadual de Marília.

### **Recuperação**

Atualmente o calendário escolar inclui aulas de recuperação para aqueles alunos que por alguma razão não puderam acompanhar o curso obtendo resultados considerados satisfatórios. Esse tipo de estágio é muito requisitado pelas escolas, pois a recuperação é sempre um problema, tanto para a administração do estabelecimento como para docentes e discentes.

Assim, embora haja sempre extrema boa vontade para receber os estagiários trabalhar em atividades de recuperação, há também necessidade de uma grande articulação, entre o professor-monitor, os estagiários e o professor de prática de ensino, para tomar decisões referentes ao critério de seleção dos alunos que necessitam do curso, e escolher os tópicos e exercícios que devem ser dados de forma a ser congruente com o curso regular.

Os alunos do ensino médio e fundamental apresentam boa disposição em relação ao curso, mas também têm dificuldades para o aprendizado, o que pode redundar em problemas para principiantes, como por exemplo, nas situações em que os estagiários necessitam do apoio e da presença do professor de prática de ensino durante as atividades.

Scheide (1981), comparando resultados de pré e pós-testes, verificou o processo de alunos de cursos de recuperação de ciências, que tiveram aulas experimentais ministradas por estagiários.

### **Atividades extracurriculares**

Uma experiência muito interessante é fazer com que os estagiários se envolvam em atividades extracurriculares, trabalhando com alunos interessados na execução de projetos de investigação ou em outras atividades similares nos clubes de ciências. Esse estágio também é muito bem visto pelas escolas e pelos professores-monitores. Apresenta várias vantagens, promove o desenvolvimento de excelentes relações entre professor-monitor, entre os estagiários e os alunos, principalmente quando são organizadas excursões, feiras de ciências etc.

A desvantagem desse tipo de estágio é que ele apresenta uma visão deformada da realidade das escolas, pois o estagiário só trabalha com alunos muito motivados e especificamente interessados em ciências e em biologia.

A combinação de estágios de recuperação e de atividades extracurriculares com atividades curriculares normais dá ao estagiário uma visão mais completa da escola, com problemas e dificuldades, e também do prazer derivado do trabalho com alunos interessados.

### *Aulas para turmas-piloto*

Uma modalidade muito valiosa é rica de possibilidades para a prática de ensino: a organização de turmas-piloto com alunos convidados das escolas do ensino médio e fundamental para assistirem a um conjunto de aulas que devem formar uma unidade de estudo. O planejamento dessa unidade é feito pelos estagiários e pelo professor de prática de ensino, que dará também algumas aulas da unidade, presenciadas pelos estagiários. O interesse desse procedimento é a base comum para discussões, uma vez que todos estão presentes às mesmas aulas que, na verdade, são uma simulação, pois há enormes diferenças entre a situação artificial de um grupo de alunos altamente motivados, que vêm à universidade para assistir a um curso de biologia, e o que realmente acontece nas classes das escolas onde os futuros professores deverão trabalhar.

Apesar dessa limitação, o potencial da experiência é muito grande e pode ainda ser enriquecido. A gravação das aulas em videotapes e a possibilidade de cada um ver o seu próprio comportamento frente à classe permitem que os professores mudem suas atitudes e aperfeiçoem suas formas de ensinar.

A discussão das aulas com os próprios alunos dos cursos do ensino médio e fundamental dá, também, aos professores uma idéia dos interesses e reações dos estudantes e de sua opinião em relação à escola e à instrução que lá recebem.

### 3.4 NO INÍCIO DA CARREIRA

Após terminar o curso de licenciatura, o professor chega à escola para começar suas atividades, onde terá algumas classes sob sua inteira responsabilidade. Está cheio de entusiasmo e de idéias para pôr em ação e deseja ter sucesso em seu trabalho de educador.

O professor, quando vai iniciar sua carreira profissional, tem, com certa frequência, o que é chamado, por Inforsato, um “choque de realidade” ou “curva de desencanamento” (Inforsato, 1995), portanto, a possibilidade de preparar-se antecipadamente para enfrentar dificuldades tem salutar efeito preventivo. O conhecimento de problemas e questões com que o docente vai se confrontar, obtido de forma sistemática e rigorosa, foi classificado em três dimensões da prática pedagógica: interações na sala de aula, no sistema escolar e na categoria profissional.

No relacionamento com alunos, os docentes principiantes apontaram dificuldades em manter desde o início atitudes que configurassem respeito mútuo. Ressentem-se da necessidade de usar medidas repressivas para garantir um clima de ordem propício ao aprendizado, o que consideram incoerente com suas convicções sobre as vantagens de estabelecer clima democrático na sala de aula.

Alguns entrevistados revelaram embaraços e hesitações no trato com situações difíceis. Para tanto consideram que sua própria inexperiência, as classes numerosas e heterogêneas e o despreparo dos alunos para conviver em situações de liberdade, além de apatia e desmotivação de alguns, são obstáculos que exigem preparação para serem superados.

No tocante ao sistema escolar, chamaram a atenção para o excesso de burocracia e a falta de normas gerais que garantiam comportamento ético de alunos, professores, funcionários e administradores.

Notaram a ausência de recursos de apoio, o que limita o repertório de modalidades didáticas disponíveis e torna os cursos monótonos e irrelevantes.

Consideraram ainda que têm grande autonomia em classe, embora seus direitos e deveres também não estejam claramente estabelecidos. O relacionamento com os colegas é, em muitos casos, desestimulante, dadas as difíceis situações enfrentadas pela categoria profissional em relação a condições de trabalho, remuneração e status social.

Estas dificuldades criam um desinteresse pela carreira docente, como foi constatado pela diminuição do número de alunos que pretendem militar no magistério (Mojica, 1990). O caso específico do professor de ciências do ensino fundamental confirmou muitos desses dados, segundo Kawasaki (1991). O professor comporta-se de forma diferencial, embora tenha dúvidas sobre a propriedade desse comportamento. Espera resultados prontos, não assumindo grandes responsabilidades de participação na elaboração dos mesmos, por falta de condições e incentivos.

Trinta e sete professores, ou seja, 85% da amostra, referiram-se à necessidade de relacionar o conteúdo das disciplinas ao cotidiano do aluno; no entanto, eles só o fazem quando aparecem oportunidades no decorrer das aulas e principalmente como rec motivador. Consideram importante a participação do estudante, mas admitem que as vezes numerosas impedem ou restringem as atividades interativas.

Um fator que atua positivamente na interação professor-aluno, como constatou Trivelato (1993), é o conhecimento seguro e atualizado do que ensina. Assim, segundo pesquisa, o docente adquire maior liberdade em relação ao livro-texto e estabelece programas e critérios próprios para seleção de conteúdos, recebendo bem perguntas e intervenções dos estudantes, o que facilita uma “disposição positiva para revisão de sua prática”. Embora fundamental, o conhecimento da matéria é insuficiente para uma prática segura (Carvalho, 1993). O exercício efetivo envolve convicções bem fundamentadas sobre o que e como ensinar, capacidade profissional e científica e disposição para mudar a realidade. O conhecimento dessa realidade é feito no estágio supervisorial essencial à formação do docente. Envolve a capacidade de analisar o ensino, planejar e executar atividades que desafiem condições que provocam a inércia e passividade dos alunos.

Para que o ímpeto inicial não seja arrefecido, por problemas de relacionar o humano ou por desconhecimento da legislação e das normas que regulamentam a atividade docente, ele necessita obter informações sobre sua responsabilidade profissional.

Uma de suas responsabilidades é manter boas relações humanas com seu grupo de trabalho, lembrando-se que deste, além dos alunos, fazem parte os outros professores, administradores e o pessoal técnico e administrativo.

Como as tarefas do educador exigem uma série de posicionamentos baseados em juízos de valor e em convicções pessoais, facilmente pode ser criada uma atmosfera de antagonismo que pode terminar em atritos e conflitos. São exemplos comuns de fontes de conflitos nas escolas as decisões sobre os currículos e programas das diversas

linhas, bem como aquelas referentes aos processos de integração entre as várias disciplinas. Também as reuniões chamadas de “Conselhos de Classe”, em que grupos de professores atribuem conceitos que influem na promoção dos alunos, são fontes de desentendimentos. A publicação “Perfil do Ensino de 1º e 2º Graus no Estado de São Paulo” (ACIESP, 1982) apresenta ampla ilustração das controvérsias geradas pelos Conselhos de Classe.

A instalação de uma atmosfera democrática, em que discussões francas são tratadas sem que diferenças de opinião provoquem ressentimentos duradouros, depende de todos os que trabalham numa escola. Ao diretor cabe incentivar, dar condições de trabalho, liderar as atividades e criar um fluxo eficiente de informações que congregue todos os elementos do estabelecimento de ensino numa tarefa educativa.

A participação do professor nesse empreendimento envolve um relacionamento amistoso com seus companheiros, não só expondo suas opiniões, mas também ouvindo os de seus companheiros professores, funcionários, alunos e pais de alunos, demonstrando, assim, compreensão e respeito pelos sentimentos e idéias de outras pessoas e de outros grupos sociais.

Além da responsabilidade imediata com seus colegas, o professor tem obrigações com seu grupo profissional, no sentido de obter melhoria das condições de trabalho e do ensino em geral. Para tanto, precisa atuar como elemento crítico dos processos que agitam historicamente na evolução da educação e da sua situação atual.

O professor iniciante necessita cumprir uma série de formalidades para regularizar sua situação funcional, além de conhecer as normas que regem a carreira do magistério.

### 3.5 RELAÇÕES ALUNO-PROFESSOR

Uma das maiores preocupações dos professores principiantes é controlar a classe. No entanto, apenas uma minoria de alunos causa dificuldades, mas estas podem ser tão difíceis de superar, em alguns casos, que, por causa delas, docentes acabam abandonando a carreira.

Não há receitas para evitar problemas, mas alguns comportamentos ajudam a manter uma cordial atmosfera de estudo. A responsabilidade para isso deve ser dividida entre professores e alunos, embora não sejam simétricas. Ao professor cabe construir um clima de respeito e trabalho, usando o tempo de que dispõe de maneira eficiente, tratando os alunos como indivíduos e não tendo medo de perder popularidade sendo firme.

As relações democráticas dependem da possibilidade do aluno expressar suas idéias e sentimentos, e da certeza de que o professor também lhe dirá, com honestidade, o que pensa e será justo cumprindo suas promessas.

Um dos erros mais frequentes nas relações professor-aluno é o professor fazer ameaças que não cumpre, ou exigências que depois esquece. Quando cometer erros, o professor não deve ter medo de os admitir perante a classe. Tentar enganar os alunos cria um mal-estar que pode se agravar, determinando a falta de credibilidade e podendo chegar a sérios conflitos.

Nada mais enganoso do que pensar que silêncio é ordem. Disciplina implica aceitação mútua de normas de conduta e não de sua imposição autoritária. Punições levam a liberdade e respeito.

As relações com os pais de alunos também são bastante delicadas. Quando al aluno estiver causando dificuldades, o professor poderá tentar resolvê-las em conjunto com a família do estudante. Caso não haja cooperação desta, ele deverá procurar outras formas de solução. Nunca desistir. É bom lembrar que as pessoas reagem diferente às mesmas situações, dependendo de sua classe, e do meio cultural a que pertencem. Alguns pais reagem à tentativa de manter liberdade na escola, porque suas concepções de educação são diferentes. À escola cabe discutir com eles e procurar fazê-los entender qual é seu projeto educativo.

### Atividades

1. Discuta os possíveis comportamentos de professores: quando os alunos versam ou dormem durante a aula; quando um aluno faz *gracinhas*.
2. Analise o seguinte relatório geral sobre o ensino de biologia em ensino médio e fundamental, na cidade de São Paulo, em 1993 (Quadro considerando):
  - Quais as relações entre a situação das escolas e o ensino de biologia ministrado?
  - Qual a relação entre a administração da escola e o ensino de biologia ministrado?
  - Quais as relações entre o trabalho dos professores e sua formação?

## Quadro 8.1

### Relatório geral Prática de Ensino de Biologia 1º semestre 1993

#### I. Introdução

O presente relatório resume as informações de 20 relatórios parciais, feitos por estagiários em 14 escolas públicas, das quais 12 estão situadas na capital do Estado de São Paulo e duas em municípios vizinhos.

#### II. Condições gerais

A maioria dos observadores considerou as escolas em boas condições e limpas. Constatou-se uma relação entre direção eficiente e boa manutenção do estabelecimento.

Um fato que chama a atenção é a existência de farto material áudio-visual (retroprojektor, vídeo-cassete etc.) e de informática, subutilizados pelos docentes. O mesmo fato é referido em relação aos laboratórios (alguns comuns à Química e à Biologia), mas todos pouco usados.

Vários relatórios lembram a falta de áreas verdes e plantas nas escolas.

#### III. Clima cognitivo

Há enorme preponderância de atividades destinadas a desenvolver a memorização. Em raros casos os professores chegam até atividades de análise e síntese.

Quando o critério de análise é o nível de alfabetização biológica constata-se que os alunos, em sua grande maioria, chegam apenas ao estágio de alfabetização funcional, ou seja, podem descrever um conceito, mas têm dele uma compreensão limitada.

Nem todos os relatórios indicam o número de termos novos introduzidos em cada aula. A média bastante alta fica ao redor de 7 por aula, o que perfaz um total de 300 por semestre.

#### IV. Clima afetivo

Em boa parte dos casos há relacionamento de autoritarismo entre professores e alunos. Há referência também a casos de autoritarismo exercido aos grupos, bem como a demonstração de desinteresse e uso de sarcasmo como forma de controlar a classe.

#### V. Modalidades didáticas

Predominam as aulas expositivas, havendo raras referências a aulas de laboratório e discussões de problemas do tipo “convites ao raciocínio”.

Não houve menção ao uso de jogos e à realização de excursões. Muito consideram as aulas rotineiras e cansativas. É surpreendente que grande parte dos docentes não adote livro-texto, preferindo ditar textos.

#### VI. A organização geral dos cursos

A ordem dos assuntos nos vários anos é muito diversificada: alguns incluem o curso por Ecologia e Evolução, outros por Citologia e outros ainda por uma descrição dos seres vivos.

É preocupante que certas programações tenham sido alteradas, e que alguns estudos e o mesmo assunto duas vezes enquanto outros assuntos fiquem sem apresentação.

As avaliações, segundo os relatórios, não são suficientemente cuidadosas e são fonte de freqüentes atritos entre docentes e alunos.

#### VII. Incidentes críticos e tópicos para discussão

- alunos mudam de escola por falta de motivação;
- professor nunca viu retroprojektor;
- problemas na sala de professores quando se discutiu sobre a greve;
- estudo de protozoários sem nenhuma aula prática;
- tópicos de Biologia aplicada prendem mais a atenção dos alunos;
- grande rotatividade de professores;
- professores usam sarcasmo ou ameaças para impor autoridade;
- alunos consideram a escola como um centro social e dão valor às roupas;
- as classes dividem-se, em grupos rivais;
- evasão no curso noturno; algumas escolas têm serviço de acompanhamento e recuperação.

### Sugestões de Pesquisa

1. Organizar um projeto de minicursos, de unidades de ensino, ou de recuperação, para ser ministrado por estagiários numa escola de zona urbana para alunos de biologia do 1º ano do ensino médio.
2. Organizar uma coleta de dados sobre a situação do ensino de biologia em determinado sistema educacional.
3. Identificar incidentes comuns que ocorrem nas aulas de biologia.

### Referências

- ACIESP. *Perfil do Ensino de 1º e 2º Graus no Estado de São Paulo*. Brasil, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1982, n.º 37, p. 22.
- CARVALHO, A. M. P. "Prática de Ensino". *Revista da Faculdade de Educação*, Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 6(1): 45-56, 1980.
- CARVALHO, A. M. P. & PEREZ, G. D. *Formação de Professores de Ciências*. Brasil, Cortez, 1993.
- FERRERA, H. R. *Prática de Ensino – A Importância do Exercício na Atividade Docente na Formação do Professor de Ciências*. Brasil, Escola de Sociologia e Política, 1979 (Tese mimeografada).
- FRACALANZA, D. C. *A Prática de Ensino nos Cursos Superiores de Licenciatura no Brasil*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, 1982 (Tese mimeografada).
- INFORSATO, E. C. *Dificuldades de Professores Inicantes – Elementos para um Curso de Didática*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1995 (Tese mimeografada).
- KAWASAKI, C. S. *O Professor e o Currículo de Ciências de 1º Grau – Concepções de Ensino em Debate*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, 1991 (Tese).
- MOISÉS, H. N. *Curso de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade de São Paulo*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1990 (Tese mimeografada).
- SCHUDE, T. J. *Uma Experiência sobre a Utilização de Estratégias do Ensino de Ciências em Estudantes em Recuperação*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Carlos, 1981 (Tese).
- TRIVELATO, S. L. F. *Ciência/Tecnologia/Sociedade – Mudanças Curriculares e Formação de Professores*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese mimeografada).

## 9. PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA

- Como será a escola do futuro?
- E o ensino de biologia nessa escola?
- O que se deve mudar no atual ensino de biologia?

### 9.1 INTRODUÇÃO

Todo professor, em algum momento da carreira, já pensou nas transformações necessárias para melhorar suas condições de trabalho, permitindo-lhe realizar suas ações de ensinar de forma que os alunos realmente aprendam com prazer.

Nessas cogitações, seguramente deve ter analisado os elementos que interferem negativamente no ensino atual de biologia, que está longe de ser satisfatório, apesar dos esforços isolados de algumas instituições e indivíduos para aperfeiçoá-lo.

O estudo dos fatores que agem negativamente sobre o ensino de biologia, e dos quais já foram apontados nos capítulos anteriores, precisa ser feito sem se perder de vista o fato de que eles estão estreitamente ligados, formando um complexo em

### 9.2 Mudanças no sistema educacional

A expansão da rede de ensino público, paradoxalmente, provocou a elitização do ensino médio pois, se houve aumento de vagas em escolas públicas, o ensino ministrado dá menores possibilidades a seus estudantes de entrarem na universidade. Conseqüentemente, os alunos com melhor situação econômica passaram a freqüentar

### 9.3.1 Enfoque naturalístico – biodiversidade

Os movimentos de renovação curricular dos anos de 1960 levaram à hiperti de assuntos como bioquímica, genética de populações e citologia, com a consequ diminuição da análise de estrutura e funções do organismo. A situação chegou a tal to que muitos alunos, atualmente, estão tão preocupados com fórmulas químicas matemáticas, que acabam se esquecendo que a biologia trata de animais e plantas. A servação de organismos em seus *habitats*, de seus hábitos alimentares e de seu com tamento é um componente importante e, atualmente, bastante negligenciado nos pro mas de biologia.

Uma estimativa razoável do número de espécies na Terra fica entre 5 e 30 lhões, das quais os cientistas descreveram em algum detalhe cerca de um milhão e n Para mais de 99% das espécies descritas, não sabemos nada além de alguns fatos mc lógicos, e identificamos apenas uma das muitas localidades onde podem ocorrer (Cr 1993).

O significado científico, econômico e ético do estudo da diversidade bioló deve ser compreendido pelos alunos, não só como análise de espécimes mas entende que a observação e sistematização do observado é uma atividade científica relevante se consolida nos sistemas de classificação e na taxionomia.

### 9.3.2 Biologia aplicada

O ensino de biologia entre nós, ainda como reflexo da importância dos cur los dos anos de 1960, limita-se a apresentar a ciência completamente desvinculad suas aplicações e das relações que tem com o dia-a-dia do estudante, amplamente d minado e dependente da tecnologia. No entanto, segundo Harrison (Harrison, 198( tecnologia difere da ciência:

[...] porque esta preocupa-se com a descoberta das explicações do mundo natural, i indo portanto conhecimento e método; a tecnologia diz respeito à modificação do m natural e, portanto, lança mão de todos os recursos que podem ser úteis, engloband conhecimentos e métodos científicos e também métodos próprios da tecnologia, que tes sejam ou não, atualmente, passíveis de explicação científica.

A compreensão dos objetivos e procedimentos usados para a solução de pro mas tecnológicos deve fazer parte da educação dos jovens. Nesse sentido, o primeiro so é sempre identificar uma necessidade; em seguida, propor algumas alternativas ] o seu atendimento, das quais escolhe-se a melhor, que será implementada. Na análise, ] a escolha da melhor solução para um problema tecnológico entram fatores que nor mente não são cogitados nas análises feitas pelos professores, quando tratam de pro mas científicos, tais como custo da produção, potencial de uso, eficácia etc.

colas particulares, muitas das quais organizam seus currículos para atender às exigên- zias do exame vestibular, que, assim, continua tendo uma função normativa nos currícu os da escola de ensino médio. Porque o exame vestibular cobra conhecimentos detalha- los de fatos específicos, a escola passa a responder de modo a satisfazer a demanda, ]ormando um círculo vicioso difícil de romper.

O livro didático é um poderoso estabilizador desse estado de coisas, coibindo a função do professor como planejador e executor do currículo. Como produto comercial, dificilmente pode apresentar propostas renovadoras, que significariam um risco merca- ológico. Pelas suas difíceis condições de trabalho, os docentes preferem os livros que exigem menor esforço, e que reforçam uma metodologia autoritária e um ensino teórico.

O docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restrin- ge-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planeja- do por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando-se simplesmente um técnico.

Aqueles professores que, para atender aos objetivos do ensino de biologia, se dis- põem a dar aulas práticas – apesar da falta de tempo para preparação – esbarram na falta de um sistema de apoio adequado. Há raríssimos centros de produção e venda de equi- pamento e material necessário para a realização dos experimentos. Material vivo para compra é inexistente, e os professores têm que cultivar seus próprios organismos, em geral sem auxílio de técnicos ou de literatura nacional que os oriente. Contudo, não têm treino para fazê-lo pois, mesmo nos cursos de formação docente, em que há uma boa dose de trabalho prático, os licenciados recebem material preparado por outras pessoas.

Além das dificuldades para dar um ensino experimental, têm dificuldades de atualização e de acesso a resultados de pesquisas feitas no Brasil, pois são caras e escas- sas as revistas e publicações científicas nacionais.

Para modernizar o conteúdo de seus cursos, valem-se de livros didáticos, que são fortemente influenciados por livros e projetos estrangeiros (Fracalanza, 1982), aumentan- do a nossa dependência cultural e alienação do currículo.

Além de desatualizados, os currículos são inadequadamente estruturados, e os tópicos que os compõem não são graduados de acordo com o desenvolvimento dos alu- nos ou com a relevância do assunto, dando o mesmo peso a detalhes sem importância e a princípios básicos.

## 9.3 MUDANÇAS NECESSÁRIAS

Diante da situação presente do ensino de biologia, salientam-se, além das já pro- postas anteriormente, várias mudanças:



No caso dos problemas tecnológicos da área biológica, faz-se hoje distinção entre a chamada tecnologia biológica, que compreende o conjunto de atividades em que tram organismos ou seus produtos, e biotecnologia, que designa apenas os processos realizados em escala industrial. As aplicações biotecnológicas mais comuns são fermentação, reprocessamento de dejetos, renovação de recursos naturais, indústria de alimentos, agricultura, tópicos cuja análise requer, além dos conhecimentos da área mais restritamente biológica, como microbiologia, bioquímica e biologia molecular, pelo menos alguns conhecimentos de engenharia e economia.

Apesar das dificuldades derivadas da falta de dados, e da pouca tradição do estudo dos aspectos tecnológicos no currículo de biologia (Repport, 1981),

[...] há necessidade de inclui-los [esses aspectos] para melhorar a relevância social e a eficiência da educação, ligando o ensino da ciência e tecnologia mais estreitamente às necessidades da sociedade. A educação deve estar ligada ao mundo do trabalho, de tal forma que quando os alunos têm que enfrentar problemas reais possam mais facilmente fazer conexões entre o conhecimento teórico e prático, e adquirir as atitudes e aptidões essenciais para o trabalho produtivo – espírito de grupo, senso de responsabilidade e método.

A análise de fenômenos biotecnológicos serve também para diminuir a divisão entre a escola e o mundo em que os estudantes vivem, na medida em que estes podem constatar as relações entre a pesquisa científica e a produção industrial ou a tecnologia adicionalmente usada em sua comunidade. A busca das raízes científicas dessas tecnologias tradicionais e de maneiras de aprimorá-las, a fim de que melhor sirvam à necessidade de elevar a qualidade de vida é uma forma de vincular o ensino à realidade em que vive o aluno.

O professor de biologia tem um importante papel de auxiliar a comunidade a avaliar essas tecnologias em relação às importadas de outras culturas e, por isso mesmo, consideradas modernas ou melhores.

### 1.3.3 Bioética

Os processos científicos da medicina e da biologia acentuaram uma preocupação com problemas morais relativos a sua aplicação, dentre os quais inclui a legislação sobre problemas polêmicos como o da eutanásia, do controle da natalidade, da eugenia, do aborto, do uso de drogas etc.

Este fim de século traz um deslocamento da discussão sobre eugenia para os recursos proporcionados pelo avanço tecnológico e pela perspectiva de modificações genéticas. A idéia ainda remota, porém possível, de manipulação genética do ser humano implica necessariamente a noção da cidadania (Bizzo, 1995).

Os professores em geral, e os de biologia em particular, são instados pelos alunos a emitir opiniões e discutir esses problemas. É, portanto, conveniente que o professor

comece a iniciativa de auxiliar os alunos a identificar questões para discutir em classe, conhecendo que é um problema ético e, em seguida, examinando formas alternativas de análise à luz de princípios, regras e direitos alternativos, além de levar em conta a avaliação intuitiva dos alunos. A contraposição de direitos e deveres dos médicos aos dos pacientes, e dos biólogos aos da população em geral, auxilia os estudantes a entender o que são controvérsias que incluem aspectos éticos. Assuntos como os riscos e as vantagens que podem resultar das investigações de engenharia genética são excelentes temas para ser discutidos na esfera dos problemas de bioética, considerando-se as implicações das pesquisas para os cientistas, e para a comunidade que as financia, e pode-se ver às vezes com dificuldades criadas nos laboratórios ou usufruir das vantagens dos resultados dos trabalhos. Convém ressaltar que problemas bioéticos não podem ser apresentados em aulas expositivas. Eles requerem a participação dos alunos, integrando pontos de vista oriundos das diversas disciplinas escolares, destacando-se a dimensão afetiva do problema sem esquecer, porém, a necessidade de uma sólida base de conhecimentos para se fazer uma discussão bem fundamentada.

Muitos professores são tentados a evitar esse tipo de debates, invocando o fato de que eles ocupam, em detrimento da quantidade de matéria que tem que ser dada; os professores devem se lembrar que faz parte de seus deveres de educadores preparar os jovens para a época em que os progressos da medicina e da biologia exigirem posicionamentos diante de situações novas e complexas.

Pesquisa sobre a percepção dos alunos do ensino médio, relativa a questões bioéticas indica as possibilidades de discussões de temas presentes nas aulas e, também, suscitadas pelos meios de comunicação para incluir implicações sociais, políticas e econômicas entre outras. Verifica-se ainda que os estudantes preocupam-se com o que denomina de “bioética a partir do Terceiro Mundo”, em que são centrais questões de nutrição, saúde, emprego e preservação ambiental.

Usando como indicador de interesse a seleção de notícias de jornais e revista, é possível constatar que, para os jovens, o tema *saúde/doenças* é preponderante, seguido por *genética*, e, depois, por *meio ambiente*. Aspectos como *evolução* e *seres vivos* aparecem também, porém com uma incidência bem menor. O professor, ao considerar a seleção feita pelos estudantes, tem uma base para fomentar análises envolvendo relações ciência/sociedade, cidadania e valores implícitos e explícitos dos estudantes. (Silva, P.F. – 2001)

### 9.3.4 Multiculturalidade

A diversidade cultural no Brasil é um fenômeno sempre lembrado nos livros de história, quando mencionam as contribuições dos europeus colonizadores, dos índios e dos negros para a composição étnica de nossa população. A adição de outros grupos aqui vieram em grandes correntes de imigração produziu uma sociedade multicultural que não pode ser ignorada pelos responsáveis pela educação. Na já mencionada alfabetização biológica, tem um papel importante a análise tanto de semelhanças e diferenças nos atributos físicos como da diversidade cultural.

O processo atual, genericamente chamado de globalização, que tenta romper barreiras políticas, depende muito do desenvolvimento de respeito e tolerância, ambos baseados em conhecimentos firmes, muitos deles da área biológica. Problemas referentes à continuidade genética, eugenia, doenças, adaptações a ambientes de altitudes e temperaturas diversas podem ajudar a entender as diferenças físicas entre os grupos humanos e os indivíduos. Preconceitos raciais, discriminações de minorias étnicas e religiosas precisam ser identificados em classe, numa primeira etapa de análise, que deve incluir uma base de estudo dos processos de herança de genes, que incluem, entre outros, cor da pele, tipos sanguíneos, cor dos olhos, doenças como talassemia etc. Variedades de dietas, o uso de diferentes plantas e animais, a aceitação de processos de controle de natalidade, tudo isso pode contribuir para se entender a maneira à qual diferentes pessoas podem ter tipos de vida, padrões estáticos e heranças culturais variados, que podem e devem ser preservados sem prejuízo de se estabelecerem padrões comuns a todos.

Diferenças regionais manifestadas por culinárias diferentes, formas de utilização do ambiente, relações com os seres vivos são características que estão muito presentes na literatura, e nos meios de comunicação, exigindo dos professores um senso de oportunidade para promover discussão, em dimensão global, de muitos dos assuntos tratados nas aulas de biologia.

#### 9.4 IMPLICAÇÕES SOCIAIS

Assim como os currículos dos anos de 1960 não incluíam as informações sobre as aplicações do conhecimento científico, também não incluíam a análise das interações entre a ciência e a sociedade.

A limitação dos currículos à tradicional visão da ciência apenas como atividade para a busca do saber ignora o contexto em que ocorre a produção do conhecimento científico e a responsabilidade cívica frente a questões referentes às pesquisas científicas e tecnológicas. Os professores de biologia não podem se furtar à responsabilidade de ajudar seus alunos a desenvolver as habilidades necessárias para incorporar à análise de um problema o ponto de vista social e político, que é requerido de todo cidadão. Muitos docentes evitam tópicos com implicações sociais e políticas, por falta de segurança em relação ao assunto, por temer perder o controle da classe ou, ainda, por medo de criar problemas com os pais ou com autoridades superiores. Não se trata de exigir dos professores atitudes temerárias e muito menos de doutrinação dos estudantes, mas sim uma análise racional e objetiva dos problemas de interesse social, que além do seu papel educativo tem um grande componente motivacional para os adolescentes.

#### 9.5 PROBLEMAS BIOLÓGICOS NA ESPÉCIE HUMANA

Assim como nos últimos anos houve um distanciamento de uma visão naturalista no ensino de biologia, houve também um afastamento da biologia humana. Essa

tendência está se modificando com o destaque dado nos currículos a problemas de genética, reprodução, fisiologia e ecologia humanas.

A sociobiologia que procura oferecer explicações científicas para o comportamento social, incluindo o do homem, tem significados implícitos que devem ser tratados em profundidade e cuidado com os alunos.

O interesse dos jovens é estimulado pela apresentação desses assuntos, por incorporarem suas experiências pessoais e sociais ao estudo escolar, aumentando a compreensão da relação do homem com o resto da biosfera.

#### 9.6 ARTICULAÇÃO DA ESCOLA-COMUNIDADE

Além das mudanças preconizadas que se referem aos objetivos e ao conteúdo dos currículos de biologia, há necessidade de ocorrerem alterações profundas nas metodologias em sala de aula, visando aumentar a participação dos alunos.

A escola, como instituição, precisa aumentar a abrangência de sua ação, considerando que ela não é a única agência educacional na comunidade. O que um estudante aprende em casa ou em suas atividades fora da escola pode ser tanta, se não maior, importância em seus hábitos, em seu comportamento como em suas atitudes em geral.

A expansão da área de atuação da escola com o estabelecimento de um fluxo de dois sentidos, escola-comunidade, amplia o contexto em que o estudante se vê inserido não mais estando limitado ao processo educacional que se desenrola na sala de aula.

Como parte desse trabalho, o professor de biologia tem que participar e, muitas vezes, precisa responsabilizar-se por duas entidades curriculares já instaladas entre os chamados "Programas de Saúde" e a "Educação Ambiental".

De acordo com o Parecer n.º 2.264/74 do Conselho Federal de Educação (C.F.E.), os Programas de Saúde devem desenvolver-se:

1. Como ensino autônomo, não incluído ou diluído em outros campos, em reforço pela contribuição de outras áreas ou disciplinas, impondo-se não a correlação de seus conteúdos programáticos com ciências, estudos sociais e educação física.
2. De modo programático e contínuo, mas, de preferência, não como uma disciplina curricular, e sim como atividade, que está em todos os momentos curriculares e extra-escolares, favorecendo a aprendizagem através da ação.
3. Com a participação de todo o pessoal da escola (discente, docente e administrativo).
4. Com a colaboração da comunidade.
5. De forma compatível com as necessidades do meio e os recursos disponíveis.

#### 6. Abrangendo conteúdo:

- que se ajuste à realidade do meio físico onde a escola se situa;
  - que atenda às necessidades e interesses do educando;
  - que parta da identificação dos problemas prioritários de saúde da comunidade.
7. Visando a autocapacitação dos indivíduos e dos grupos para lidarem com problemas fundamentais da vida cotidiana relacionados à saúde.
8. Dando oportunidade ao educando de analisar e propor solução para os problemas e vivenciar métodos que contribuam para a melhoria do nível de bem-estar físico, mental e social dos indivíduos da comunidade.

Portanto, os programas de saúde são definidos como um conjunto de atividades de responsabilidade de toda a escola, abrangendo uma ação recíproca entre esta e o meio em que ela está inserida. Na prática, porém, verifica-se que os programas de saúde mais e mais vão sendo amalgamados à estrutura vigente, transformando-se numa disciplina com preponderância do componente informativo, em detrimento dos componentes sociais do processo.

O professor de biologia tem dupla responsabilidade no ensino de saúde: primeiramente, ensinar aos alunos as aplicações dos princípios biológicos ao estudo de saúde, tais como as relações causais entre as doenças e seus agentes, e entre os processos de prevenção e os de manutenção da saúde individual e da comunidade; segundo, participar em equipes que executem os programas de saúde, formadas por elementos do serviço de saúde e do corpo docente da escola, desenvolver conceitos e atitudes no aluno:

- que o habilitem a selecionar no processo de atendimento de suas necessidades biológicas, efetivas e sociais condutas e meios que levem à saúde e ao seu bem-estar;
- que o tornem capaz de colaborar na defesa e recuperação da saúde e bem-estar próprio ou dos outros;
- que levem a adotar condutas tendentes a preservar e melhorar as condições do meio ambiente e a evitar sua deterioração (CFE, 1981).

O que está ocorrendo é que as duas funções do professor de biologia estão, por força da tradição informativa do ensino, resumindo-se à análise da saúde do ponto de vista científico, sem completar o processo com uma análise mais abrangente dos comportamentos quanto à saúde e suas conseqüências em relação à qualidade de vida. Além dessa análise, o próprio comportamento do professor dirá mais aos alunos sobre seus hábitos e convicções do que suas preleções durante as aulas. Enquanto os alunos tomam uma merenda balanceada, cuja finalidade, além de nutrir, é desenvolver bons hábitos de alimentação, são surpreendentes, mas comuns, relatos de situações em que os professores pedem refrigerantes para substituir o leite que acompanha sua própria refeição, invalidando assim todo um esforço educativo de grande alcance e importância.

### 9.6.1 Educação ambiental

Na década de 1970, provavelmente como resultado de uma onda universal preocupação com a preservação e restauração do meio ambiente, que estava sendo fundamentamente agredido, proliferaram no Brasil projetos de educação ambiental de características e origens bastante variadas. Alguns surgiram em instituições educacionais de nível federal como o Ministério da Educação, outros em Secretarias estaduais ou municipais.

Órgãos dedicados à proteção do meio ambiente, tanto da esfera federal como estadual, envolveram-se também em projetos de educação ambiental. No entanto, apesar de ter havido uma multiplicidade de iniciativas, revelando a importância da solução dos problemas ambientais, verifica-se, ao analisar os projetos, que há também uma grande diversidade nas estratégias usadas e principalmente, na própria concepção de educação ambiental, em alguns casos associada à ecologia, no seu sentido tradicional, e, em outros com um sentido conservacionista bastante restrito.

Quatro correntes são reconhecidas por Sorrentino: conservacionista, educação livre, gestão ambiental e economia ecológica. A conservacionista combate procedimentos de degradação. A educação livre tem uma larga tradição de movimentos juvenis. A gestão ambiental admite a necessidade de participação da população na sanidade ambiental e a quarta admite a necessidade de manter o desenvolvimento sustentável pela sociedade.

Diante dessa situação, a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), do Ministério Interior, criou, em 1978, um grupo de trabalho com a finalidade de conceituar educação ambiental e estabelecer seus objetivos no Brasil. Esse grupo, formado por educadores, engenheiros, economistas e sociólogos, definiu a educação ambiental com

[...] elemento integrador dos sistemas educativos de que dispõe a sociedade para fazer que a comunidade tome consciência do fenômeno do desenvolvimento e suas implicações ambientais. Para tanto, deverá servir para transmitir conhecimentos e desenvolver habilidades e atitudes que permitam ao homem atuar eficientemente no processo de manutenção do equilíbrio ambiental, de forma a manter a qualidade de vida condizente com as necessidades e aspirações (SEMA, 1977).

Considerando a amplitude dos problemas que a educação visa atender, delimitar claramente seu âmbito é ainda uma tarefa prioritária por realizar. Agrupam-se hoje sob a denominação Educação Ambiental atividades muito variadas, tanto em conteúdos de que tratam como dos valores que defendem.

Quanto ao conteúdo, alguns envolvem elementos de ecologia no sentido tradicional e, além disso, outros envolvem componentes sócio-políticos e econômicos, outros da aspectos estéticos e artísticos. Em termos de valores, o tratamento da Educação Ambiental está profundamente entremeadado com a demanda de atendimento dos direitos humanos e análise do multiculturalismo e das relações ciência-tecnologia e sociedade, ligado de modo geral, portanto, às condições para melhoria de qualidade de vida. No âmbito do multiculturalismo, há características específicas de relacionamento com o meio ambiente apresentadas por diferentes etnias, muitas delas ligadas a tradições que podem colaborar fortemente na melhoria, preservação e desenvolvimento ambiental. Há também um entrelaçamento natural dessas temáticas com a dos direitos humanos, resultado de um movimento de caráter mundial, ainda incipiente, que identifica a necessidade urgente de ações promovidas de uma nova ética que contemple o presente e as gerações futuras (Krasilchik, 1994).

Assim, a educação ambiental deverá ter um enfoque global e integrado, não podendo ser reduzida a uma disciplina escolar. Deverá ser responsabilidade de toda a escola e permear todo o currículo escolar, visando, em última instância, que a comunidade se estruture e se organize para o desenvolvimento de pesquisas permitindo que, com recursos próprios e tecnologia adequada, sejam resolvidos os problemas prioritários.

Para que essas medidas tenham efeito, pelo menos para o sistema educacional formal, várias medidas se impõem, como a formação de professores que, independentemente da disciplina que lecionem, sejam capazes de tomar parte em projetos de educação ambiental, desenvolvendo, em seus alunos, conhecimentos e habilidades necessários para perceber problemas ambientais e participar nas atividades requeridas para solucionar os problemas detectados.

As diferentes concepções de educação, as diferentes interpretações sobre as possibilidades e os limites da educação ambiental e as concepções presentes nos diferentes projetos e propostas educacionais que procuram incorporar a temática ambientalista dependem, e ao mesmo tempo são reflexos nos seus aspectos mais gerais, da estrutura organizativa da sociedade como um todo... Sendo assim, as dificuldades, apontadas tanto pela bibliografia como pelos professores para que as questões ambientais sejam incorporadas de forma coerente pela escola, indicam que muitas dessas dificuldades são reflexos de modelo de organização social de uma dada comunidade [...] Carvalho, 1989).

Os professores de biologia, para o caso de *programas de saúde*, têm obrigação de incorporar-se ao processo, tanto discutindo os princípios biológicos necessários para compreender os problemas ambientais, nas aulas de seus cursos regulares, como participando com membros de uma equipe interdisciplinar na escola ou nos grupos de trabalho comunitários, para discutir e levar a cabo medidas de proteção ao meio ambiente.

## 9.7 O FUTURO

A análise de propostas curriculares de várias regiões do país, os resultados de pesquisas e as discussões com professores permitem fazer previsões sobre a distribuição, nos próximos anos, de alguns dos tópicos fundamentais estritamente ligados à biologia nas escolas de ensino médio e fundamental, resumidos na Tabela 9.1. Cada categoria inclui as anteriores, supondo-se também relações entre as várias subdivisões no sentido horizontal.

As projeções sobre a situação do ensino de biologia nos próximos anos indicam que as mudanças previstas vão exigir dos professores um profundo envolvimento nos processos decisórios e um ajustamento para que eles sirvam de elemento de ligação entre a escola e a comunidade. Nessa função, eles deverão reconhecer os anseios da população e traduzir essas expectativas em currículo, atividade extremamente desafiadora. O período que começamos a viver no ensino de biologia exigirá dos docentes uma ação para mudar o atual estado de coisas, e este será sem dúvida um trabalho difícil mas com pensador.

**Tabela 9.1** Propostas de distribuição de alguns tópicos de biologia no ensino médio e fundamental nos próximos anos.

Ensino Primário – 1º Grau					Ensino Secundário 2º Grau (série)
	1ª-2ª	3ª-4ª	5ª-6ª	7ª-8ª	1ª-3ª
Análise quantitativa dos dados	Medidas simples por comparação	Pesagens, medidas de comprimento	Construção e interpretação de gráficos e histogramas	Interpretação de relações entre variáveis em um gráfico	Análise estatística cíclica
Experimentação	Observação de fenômenos	Experimentos simples com uma variável	Verificação de relações causais	Elaboração de hipóteses Experimentos controlados	Noções de amostragem probabilidades e erro
Estrutura-função	Constatação da presença de estruturas	Relações entre estrutura e função	Relação estrutura/função/tipo de vida do organismo	Anatomia e fisiologia humanas	Experimento comparando variáveis que podem ou não interagir
Genética e evolução	Continuidade genética	Relaciona-mento de tipos de reprodução ao tipo de vida	Princípios de classificação Chaves – construção e uso	Sistema lincaico de classificação	Análise integrada das funções na série. Homeostase e coordenação
Classificação dos seres vivos	Observação de organismos	Identificação de grupos	Relações entre organismos/habitat	Equilíbrio ecológico Ciclos Populações	Ultra-estrutura celular Genética molecular Filogênese e significado biodiversidade
Ecologia	Relação entre Homem/animais e plantas	Noções de cadeia alimentar	Teia alimentar	Conceito de ecossistema e sucessão	Conceito de ecossistema e sucessão
Comportamento	Observação de comportamento	Identificação de comportamento de motilidade e sexualidade	Análise experimental de alguns tipos de comportamento	Caracterização de vários tipos de comportamento	Interação na comunidade
					Fisiologia e comportamento e relações com a Psicologia

## Atividades

1. Peça aos alunos que façam uma previsão do futuro, descrevendo como será a escola de ensino médio daqui a 10 anos. E como será o ensino de biologia?
2. Os alunos deverão entrevistar alunos, professores e membros da comunidade, para que exponham suas descrições de como deveria ser a escola na próxima década. E o ensino de biologia, como deveria ser?
3. Cada grupo de alunos deverá escolher um dos tópicos da Tabela 9.1 e desenvolver um programa para uma série do ensino fundamental.

## Sugestões de Pesquisa

1. Identificar os fatores que atuam negativa e positivamente sobre o ensino de biologia provenientes:
  - da escola, em termos do tamanho da classe, recursos disponíveis, horários, equipamento e instalações;
  - de pessoal – da administração, de membros do corpo docente;
  - de alunos e de pais de alunos;
  - de outros membros da comunidade e de agências externas à escola.
2. Descrever e avaliar os programas de saúde em sua região.
3. Avaliar os programas de educação ambiental usados em sua região.
4. Propor medidas para melhorar o ensino de biologia.

## Referências

- BIZZO, N. M. V. "Eugenia e Racismo – Quando a Cidadania entra em Cena". *Ciência Hoje*, 1995, vol. 19, n.º 109.
- CARVALHO, L. M. *A Temática Ambiental e a Escola de 1º Grau*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1989 (Tese).
- CFE. Parecer n.º 2.264/74. In: *Proposição Curricular para Programas de Saúde no 2º Grau*. Brasil, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 1981, p. 22.
- CRISCI, J. et al. *Order and Diversity in the Living World*. USA, IUBS – CBE, 1993.
- FRACALANZA, H. *O Conceito de Ciência Veiculado por Atuais Livros Didáticos de Biologia*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, 1982, p. 131 (Tese mimeografada).
- FRAGA DA SILVA, Paulo. *Percursos dos Alunos do Ensino Médio sobre Questões Biotécnicas*. Feusp, 2001 (dissertação).
- HARRISON, G. B. "The Role of Technology In Science Education". In: Mc Fadden, Charles P. (org.). *World Trends in Science Education*. Canada, Institute of Education, 1980.
- KRASILCHIK, M. *Educação Ambiental em Ciência e Ambiente*. Janeiro/junho, 1994.
- REPORT. *International Congress on Science and Technology Education and National Development*. France, Unesco, 1981. p. 6.
- SEMA. *Educação Ambiental*. Brasil, 1977.
- SORRENTINO, M. *Educação Ambiental e Universidade – Um Estudo de Caso*. Feusp, 1995 (Tese mimeografada).

## ÍNDICE REMISSIVO

- Alfabetização biológica, níveis de estrutural, 11  
funcional, 12  
multidimensional, 12  
nominal, 12
- Aluno, relação professor-, 178-179
- Ambiente, 121-136
- American Federation of Teachers, 140
- Atividades extra-classe, 132-133, 171
- Aulas  
expositivas, 78-80  
práticas, 85-87
- cuidados nas, 128-131
- principais funções das, 85
- segurança nas, 127-128
- Avaliação, 139-165  
análise das provas e requisitos básicos para, 161-163  
competição e, 138  
critérios dos resultados das provas para, 163-164  
fatores e instrumento para o planejamento da, 140-143  
provas práticas e instruções para, 149-155  
questões que verificam diferentes tipos de conhecimentos para, 155-161
- subprodutos que ocorrem para uma, 138-139
- tensão emocional e, 138-139
- tipos de questões para, 143-149
- Biodiversidade, 185
- Bioética, 186-187
- Biologia  
aplicada, 185-186  
articulação da escola-comunidade no ensino de, 189-192  
e outras disciplinas, 49-50  
implicações sociais no ensino de, 188  
laboratório de, 122-123  
equipamentos e materiais para um, 125-126  
projeto para um, 123-124  
objetivos do ensino de modalidades didáticas e, 77-78  
perspectivas do ensino de, 183-194  
mudanças no sistema educacional e, 183-184  
projeções futuras para o ensino de, 192  
utilização dos textos, 68
- Biotecnologia, 185-186
- Bloom, taxionomia dos objetivos educacionais de, 24-25, 171

- Bruner, Jerone, 26-27  
BSCS, 14-15, 46
- Cobb, Paul, 37
- Cognitivismo, 26-28
- Comportamentalismo, 23-26
- Computadores, 69
- Comunicação  
escrita, 65-68  
oral, 56  
excesso de vocabulário técnico na, 56-58  
incompreensão do vocabulário na, 56  
utilização dos textos, 68
- Conceito, processo de formação de, 57-58
- Concreto-operacional, estágio, 27-28
- Construtivismo, 29-37  
aspectos importantes do, 29-30  
níveis de desenvolvimento do,  
no Brasil, 30-31
- Currículo  
de Biologia  
no ensino fundamental, 12-13  
no ensino médio, 13-21  
planejamento do, 41-50  
concepção  
racionalista acadêmica, 43  
sócio-reconstrucionista, 44  
conteúdo do, 44-50  
abrangência do, 45-46  
seqüência do, 46-49  
desenvolvimento de processos  
cognitivos e, 43-44  
objetivos do, 42-44
- Demonstrações, 84-85
- Desenvolvimento, de Piaget, estágios  
de, 27-28
- Diapositivos, 64
- Discussões, 80-84
- Educação ambiental, 191-192
- Ensino de Biologia  
ética e, 20-21  
objetivos do, 20  
tendências do, 11-21
- Equipamentos, cuidados com o  
manuseio de, 128-129
- Estágios de  
desenvolvimento de Piaget, 26-28  
observação, 170-176  
participação, 176  
regência, 173-176
- Estudo dirigido, 104
- Ética, 21
- Excursões, 88-90, 131-133  
como organizar, 88-89
- Filmes, 64
- Fundação *Nuffield*, 15
- Gene *pool*, 109
- Grobman, organização do conteúdo  
de, 47
- Guia do professor, 67
- Hardy-Weinberg, princípio de, 104-109
- História da Ciência, argumentos pedagógicos  
sobre o ensino da, 37
- IBEEC, 14
- IEA, 139
- Informação visual, 61-63
- Instrução individualizada, 103-109
- Julgamento, alteração do, 139
- Laboratório  
manual de, 67  
organização de trabalho no, 126-127  
principais funções das aulas de, 85-87  
segurança nas aulas de, 127-131
- Livro didático, 65-67
- Mager, R., objetivo educacional de, 25
- Manual de laboratório, 67
- Metz, Kathleen, 37
- Modalidades didáticas, 77-119  
e objetivo do ensino de Biologia, 108  
erros de execução e, 79-80
- Modelos, 65
- Multiculturalidade, 187-188
- Objetivos educacionais de Bloom, 24-25, 171  
taxonomia dos, 24-25
- Observação, estágios de, 170-176
- Operatório-formal, estágio, 28
- Participação, estágios de, 173
- Piaget, Jean, 26-27  
estágios de desenvolvimento de, 27-28
- Planejamento, curricular, 41-52  
concepção racionalista  
acadêmica, 43  
concepção sócio-reconstrucionista, 44  
conteúdo do, 44-53  
abrangência do, 45-46  
seqüência do, 46-49  
desenvolvimento de processos  
cognitivos e, 43-44  
objetivos do, 42-44
- Possner e Strike,  
organização do conteúdo de, 47  
classificação de categorias de, 47-49
- Pré-operacional, estágio, 27
- Primeiro grau, Biologia no, 12-13
- Professor(es)  
e aluno  
comunicação entre, 55-75  
relação entre, 178-179  
falta de interação entre, 58-61  
estágio para, 168-170  
tipos de, 170-176  
guia do, 67  
início de carreira para o, 176-179  
-monitores, 169  
relação entre o professor de Prática  
de Ensino e, 169-170  
na sala de aula, 167-182
- Projeto, 110-112  
fases para o desenvolvimento  
de um, 110-111
- Provas práticas, 149-155  
análise das, 161-163  
critérios para análise dos resultados  
das, 163-164
- Quadro-negro, 63
- Questões, 147-161  
de resposta livre, 147  
que verificam diferentes tipos de  
conhecimento, 155-161
- Raciocínio, convites ao, 81-84  
objetivos dos, 81
- Recursos audiovisuais, 63-65
- Regência, estágios de, 173-176
- Retroprojeter, 64
- Saúde, desenvolvimento dos programas  
de, 189-190
- Seleção natural, 81-83
- Seminários, 84
- Sensório-motor, estágio, 27
- Seres vivos, cuidados no trabalho  
com, 129-130
- Simulação(ões), 90-103  
ciclos biogeoquímicos e, 90-97  
flutuações nas populações e, 99-103  
tipo *role play*, 97-98
- Sociobiologia, 188-189
- Sociocultural, 28-29
- Substâncias químicas, cuidados com, 129
- Taxionomia dos objetivos educacionais de  
Bloom, 24-25
- Textos, utilização dos, 68-69
- Vygotsky, idéias básicas de, 28-29



*Título* Prática de Ensino de Biologia

*Autoria* Myriam Krasilchik

*Produção* Silvana Biral

Cristiane Silvestrin

*Projeto Gráfico e Diagramação* Digital Press

*Capa* Tereza Harumi Kikuchi

*Revisão de Texto* Iracema A. Oliveira

*Revisão de Provas* Iracema A. Oliveira

Jonathan Busato

*Divulgação* Regina Brandão

Rodrigo S. Falcão

Adriana M. de Andrade

*Secretaria Editorial* Eliane dos Santos

*Formato* 16,0 x 23,0 cm

*Mancha* 29,6 x 46,6 paucas

*Tipologia* Times 10/12

*Papel* Cartão Supremo 250 g/m<sup>2</sup> (capa)  
Offset linha d'água 75 g/m<sup>2</sup> (miolo)

*Número de Páginas* 200

*Tiragem* 1.500

*Laserfilm* Edusp

*Fotolito* Liner Fotolito

*Impressão e Acabamento* Gráfica e Editora Alaúde

Os textos e exercícios apresentam aos leitores questões relativas tanto à evolução da ciência como às novas demandas curriculares que incluem questões atuais, investigação tecnológica e sociedade, multiculturalismo e aperfeiçoamento da qualidade de vida.

Myriam Krasilchik é ex-membro da Comissão de Biological Education (CBE) da International Union of Biological Science (IUBS). É professora na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, onde foi diretora de Metodologia da

A Edusp é afiliada à

**ABDR**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDITORES GRÁFICOS  
CÓPIA NÃO AUTORIZADA É CRIME