

5^a a 8^a séries



PARÂMETROS
CURRICULARES
NACIONAIS

**CIÊNCIAS
NATURAIS**

Presidente da República
Fernando Henrique Cardoso

Ministro de Estado da Educação e do Desporto
Paulo Renato Souza

Secretário Executivo
Luciano Oliva Patrício

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

TERCEIRO E QUARTO CICLOS
DO ENSINO FUNDAMENTAL

CIÊNCIAS NATURAIS

Secretaria de Educação Fundamental
Iara Glória Areias Prado

Departamento de Política da Educação Fundamental
Virgínia Zélia de Azevedo Rebeis Farha

Coordenação-Geral de Estudos e Pesquisas da Educação Fundamental
Maria Inês Laranjeira

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (5ª A 8ª SÉRIES)

B823p Brasil. Secretaria de Educação Fundamental.
Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais /
Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC /
SEF, 1998.
138 p.

1. Parâmetros curriculares nacionais. 2. Ciências
Naturais : Ensino de quinta a oitava séries. I. Título.

CDU: 371.214

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL

**PARÂMETROS
CURRICULARES
NACIONAIS**

**TERCEIRO E QUARTO CICLOS
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

CIÊNCIAS NATURAIS

Brasília
1998

AO PROFESSOR

O papel fundamental da educação no desenvolvimento das pessoas e das sociedades amplia-se ainda mais no despertar do novo milênio e aponta para a necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos. Vivemos numa era marcada pela competição e pela excelência, onde progressos científicos e avanços tecnológicos definem exigências novas para os jovens que ingressarão no mundo do trabalho. Tal demanda impõe uma revisão dos currículos, que orientam o trabalho cotidianamente realizado pelos professores e especialistas em educação do nosso país.

Assim, é com imensa satisfação que entregamos aos professores das séries finais do ensino fundamental os **Parâmetros Curriculares Nacionais**, com a intenção de ampliar e aprofundar um debate educacional que envolva escolas, pais, governos e sociedade e dê origem a uma transformação positiva no sistema educativo brasileiro.

Os **Parâmetros Curriculares Nacionais** foram elaborados procurando, de um lado, respeitar diversidades regionais, culturais, políticas existentes no país e, de outro, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras. Com isso, pretende-se criar condições, nas escolas, que permitam aos nossos jovens ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários ao exercício da cidadania.

Os documentos apresentados são o resultado de um longo trabalho que contou com a participação de muitos educadores brasileiros e têm a marca de suas experiências e de seus estudos, permitindo assim que fossem produzidos no contexto das discussões pedagógicas atuais. Inicialmente foram elaborados documentos, em versões preliminares, para serem analisados e debatidos por professores que atuam em diferentes graus de ensino, por especialistas da educação e de outras áreas, além de instituições governamentais e não-governamentais. As críticas e sugestões apresentadas contribuíram para a elaboração da atual versão, que deverá ser revista periodicamente, com base no acompanhamento e na avaliação de sua implementação.

Esperamos que os **Parâmetros** sirvam de apoio às discussões e ao desenvolvimento do projeto educativo de sua escola, à reflexão sobre a prática pedagógica, ao planejamento de suas aulas, à análise e seleção de materiais didáticos e de recursos tecnológicos e, em especial, que possam contribuir para sua formação e atualização profissional.

Paulo Renato Souza

Ministro da Educação e do Desporto

OBJETIVOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Os Parâmetros Curriculares Nacionais indicam como objetivos do ensino fundamental que os alunos sejam capazes de:

- compreender a cidadania como participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito;
- posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas;
- conhecer características fundamentais do Brasil nas dimensões sociais, materiais e culturais como meio para construir progressivamente a noção de identidade nacional e pessoal e o sentimento de pertinência ao país;
- conhecer e valorizar a pluralidade do patrimônio sociocultural brasileiro, bem como aspectos socioculturais de outros povos e nações, posicionando-se contra qualquer discriminação baseada em diferenças culturais, de classe social, de crenças, de sexo, de etnia ou outras características individuais e sociais;
- perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;
- desenvolver o conhecimento ajustado de si mesmo e o sentimento de confiança em suas capacidades afetiva, física, cognitiva, ética, estética, de inter-relação pessoal e de inserção social, para agir com perseverança na busca de conhecimento e no exercício da cidadania;
- conhecer o próprio corpo e dele cuidar, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva;
- utilizar as diferentes linguagens — verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal — como meio para produzir,

expressar e comunicar suas idéias, interpretar e usufruir das produções culturais, em contextos públicos e privados, atendendo a diferentes intenções e situações de comunicação;

- saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;
- questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.

ESTRUTURA DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

Objetivos Gerais do Ensino Fundamental



Ética - Saúde - Meio Ambiente - Orientação Sexual - Pluralidade Cultural - Trabalho e Consumo

Caracterização da Área

Objetivos Gerais da Área

1ª Parte
Ensino Fundamental

2ª Parte
Especificação
por Ciclos

1º Ciclo
(1ª e 2ªs.)

2º Ciclo
(3ª e 4ªs.)

3º Ciclo
(5ª e 6ªs.)

4º Ciclo
(7ª e 8ªs.)

Objetivos da Área
para o Ciclo

Conteúdo da Área
para o Ciclo

Critérios de Avaliação
da Área para o Ciclo

Orientações Didáticas

SUMÁRIO

Apresentação	15
1ª PARTE	
Ciências Naturais no ensino fundamental	19
Breve histórico do ensino de Ciências Naturais: fases e tendências dominantes	19
Ciências Naturais e cidadania	22
Ciências Naturais e Tecnologia	23
Aprender e ensinar Ciências Naturais no ensino fundamental	26
Algumas dificuldades e soluções no ensino e aprendizagem de Ciências Naturais	26
Aprendizagem significativa dos conteúdos de Ciências Naturais	27
Avaliação	30
Objetivos gerais de Ciências Naturais para o ensino fundamental	32
Conteúdos de Ciências Naturais no ensino fundamental	35
Critérios de seleção de conteúdos	35
Eixos temáticos	35
Terra e Universo	38
Vida e Ambiente	41
Ser Humano e Saúde	45
Tecnologia e Sociedade	47
Temas Transversais e Ciências Naturais	50
2ª PARTE	
Ciências Naturais nos terceiro e quarto ciclos	57
Terceiro ciclo	57
Ciências Naturais no terceiro ciclo	57
Objetivos	59
Conteúdos	61
Terra e Universo	62
Vida e Ambiente	67
Ser Humano e Saúde	73
Tecnologia e Sociedade	78
Critérios de avaliação para o terceiro ciclo	83
Quarto ciclo	87
Ciências Naturais no quarto ciclo	87
Objetivos	89
Conteúdos	90
Terra e Universo	91
Vida e Ambiente	96
Ser Humano e Saúde	102
Tecnologia e Sociedade	107
Critérios de avaliação para o quarto ciclo	111
Orientações didáticas para terceiro e quarto ciclos	115
Planejamento: unidades e projetos	116
Temas de trabalho e integração de conteúdos	117
Problematização	119
Busca de informações em fontes variadas	121
Observação	121
Experimentação	122
Normas de segurança em atividades experimentais	124

Trabalhos de campo	126
Textos	127
Informática	129
Normas de segurança com computadores e outros equipamentos eletro-eletrônicos	130
Sistematização de conhecimentos	131
Bibliografia	133

CIÊNCIAS NATURAIS

APRESENTAÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais são dirigidos aos educadores que têm como objetivo aprofundar a prática pedagógica de Ciências Naturais na escola fundamental, contribuindo para o planejamento de seu trabalho e para o projeto pedagógico da sua equipe escolar e do sistema de ensino do qual faz parte.

Para compor os vários textos do documento foram selecionados tanto conhecimentos teóricos do ensino e da aprendizagem de Ciências Naturais como elementos instrumentais, mais práticos. A primeira parte, voltada para todo o ensino fundamental, apresenta um breve histórico das tendências pedagógicas na área, debate relações entre ciências e cidadania, caracteriza Ciência e Tecnologia como atividades humanas. Também expõe as concepções de ensino, de aprendizagem, de avaliação e de conteúdos que norteiam estes parâmetros, bem como os objetivos gerais para todo o ensino fundamental. Os conteúdos são apresentados em quatro eixos temáticos: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade, levando-se em conta conceitos, procedimentos e atitudes que compõem o ensino desses temas no ensino fundamental.

Toda a segunda parte é voltada à apresentação e à discussão do ensino e aprendizagem de Ciências Naturais, conteúdos e critérios de avaliação para terceiro e quarto ciclos. É na parte final do documento que o professor encontra orientações sobre a organização de unidades e projetos, sobre temas de trabalho interdisciplinares em Ciências Naturais, sobre a problematização de conteúdos, sobre fontes de informação: observações, trabalhos de campo, experimentações, textos diversos e informática.

Desse modo, estes Parâmetros Curriculares Nacionais oferecem material para que professores desenvolvam sua prática, estudo e reflexão. Contudo, toda atividade de sala de aula é única, acontece em tempo e espaço socialmente determinados; envolve professores e estudantes que têm particularidades quanto a necessidades, interesses e histórias de vida. Assim, os materiais de apoio ao currículo e ao professor cumprem seu papel quando são fonte de sugestões e ajudam os educadores a questionarem ou a certificarem suas práticas, contribuindo para tornar o conhecimento científico significativo para os estudantes.

Secretaria de Educação Fundamental

CIÊNCIAS NATURAIS

1ª PARTE

CIÊNCIAS NATURAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Breve histórico do ensino de Ciências Naturais: fases e tendências dominantes

O ensino de Ciências Naturais, relativamente recente na escola fundamental, tem sido praticado de acordo com diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas como elaborações teóricas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa; outras já incorporam avanços, produzidos nas últimas décadas, sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral e sobre o ensino de Ciências em particular.

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginasial. Essa lei estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginasiais, mas apenas a partir de 1971, com a Lei nº 5.692, Ciências passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau. Quando foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, o cenário escolar era dominado pelo ensino tradicional, ainda que esforços de renovação estivessem em processo. Aos professores cabia a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas, e aos alunos a reprodução das informações. No ambiente escolar, o conhecimento científico era considerado um saber neutro, isento, e a verdade científica, tida como inquestionável. A qualidade do curso era definida pela quantidade de conteúdos trabalhados. O principal recurso de estudo e avaliação era o questionário, ao qual os estudantes deveriam responder detendo-se nas idéias apresentadas em aula ou no livro didático escolhido pelo professor.

As propostas para a renovação do ensino de Ciências Naturais orientavam-se, então, pela necessidade de o currículo responder ao avanço do conhecimento científico e às demandas pedagógicas geradas por influência do movimento denominado Escola Nova. Essa tendência deslocou o eixo da questão pedagógica dos aspectos puramente lógicos para aspectos psicológicos, valorizando-se a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem. Objetivos preponderantemente informativos deram lugar a objetivos também formativos. As atividades práticas passaram a representar importante elemento para a compreensão ativa de conceitos, mesmo que sua implementação prática tenha sido difícil, em escala nacional.

A preocupação de desenvolver atividades práticas começou a ter presença marcante nos projetos de ensino e nos cursos de formação de professores, tendo sido produzidos vários materiais didáticos desta tendência. O objetivo fundamental do ensino de Ciências Naturais passou a ser dar condições para o aluno vivenciar o que se denominava método

científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos. O método da redescoberta, com sua ênfase no método científico, acompanhou durante muito tempo os objetivos do ensino de Ciências Naturais, levando alguns professores a, inadvertidamente, identificarem metodologia científica com metodologia do ensino de Ciências Naturais, perdendo-se a oportunidade de trabalhar com os estudantes, com maior amplitude e variedade, processos de investigação adequados às condições do aprendizado e abertos a questões de natureza distinta daquelas de interesse estritamente científico.

Apesar de não ter atingido a maioria das escolas e ter criado a idéia no professorado de que somente com laboratórios é possível alguma modificação no ensino de Ciências, muitos materiais didáticos produzidos segundo a proposta da aprendizagem por redescoberta constituíram um avanço relativo, para o qual contribuíram equipes de professores, trabalhando em instituições de ensino e pesquisa, para a melhoria do ensino de Ciências Naturais. Entre outros aspectos, essa proposta enfatizou trabalhos escolares em grupos de estudantes, introduziu novos conteúdos e os organizou de acordo com faixas etárias. Introduziu também orientações para o professor, ainda que numa perspectiva mais diretiva e prescritiva.

Transcorridos quase 30 anos, o ensino de Ciências atualmente ainda é trabalhado em muitas salas de aula não levando em conta sequer o progresso relativo que essa proposta representou. Durante a década de 80, no entanto, pesquisas sobre o ensino de Ciências Naturais revelaram o que muitos professores já tinham percebido: que a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla, não garante a aprendizagem dos conhecimentos científicos.

O modelo desenvolvimentista mundialmente hegemônico na segunda metade do século caracterizou-se pelo incentivo à industrialização acelerada, ignorando-se os custos sociais e ambientais desse desenvolvimento. Em consequência, problemas sociais e ambientais, associados às novas formas de produção, passaram a ser realidade reconhecida em todos os países, inclusive no Brasil. Os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença nos currículos de Ciências Naturais, mesmo que abordados em diferentes níveis de profundidade.

No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje, é uma resposta àquela problemática. No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com

um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área.

Especialmente a partir dos anos 80, o ensino das Ciências Naturais se aproxima das Ciências Humanas e Sociais, reforçando a percepção da Ciência como construção humana, e não como “verdade natural”, e nova importância é atribuída à História e à Filosofia da Ciência no processo educacional. Desde então, também o processo de construção do conhecimento científico pelo estudante passou a ser a tônica da discussão do aprendizado, especialmente a partir de pesquisas, realizadas desde a década anterior, que comprovaram que os estudantes possuíam idéias, muitas vezes bastante elaboradas, sobre os fenômenos naturais, tecnológicos e outros, e suas relações com os conceitos científicos.

Essas idéias são independentes do ensino formal da escola, pois são construídas ativamente pelos estudantes em seu meio social. Esses conhecimentos dos estudantes, que anteriormente não eram levados em conta no contexto escolar, passaram a ser objeto de particular atenção e recomendações. A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado. Por exemplo, ao ensinar evolução biológica é importante que o professor conheça as idéias de seus estudantes a respeito do assunto, que podem ser interpretadas como de tipo lamarckista. O mesmo pode ser dito do estudo sobre o movimento dos corpos, em que é freqüente encontrar, entre os estudantes, noções que eram aceitas na Grécia clássica ou na Europa medieval.

As pesquisas acerca do processo de ensino e aprendizagem levaram a várias propostas metodológicas, diversas delas reunidas sob a denominação de construtivismo. Pressupõem que o aprendizado se dá pela interação professor/estudantes/conhecimento, ao se estabelecer um diálogo entre as idéias prévias dos estudantes e a visão científica atual, com a mediação do professor, entendendo que o estudante reelabora sua percepção anterior de mundo ao entrar em contato com a visão trazida pelo conhecimento científico.

As diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais. As novas teorias de ensino, mesmo as que possam ser amplamente debatidas entre educadores especialistas e pesquisadores, continuam longe de ser uma presença efetiva em grande parte de nossa educação fundamental. Propostas inovadoras têm trazido renovação de conteúdos e métodos, mas é preciso reconhecer que pouco alcançam a maior parte das salas de aula onde, na realidade, persistem velhas práticas. Mudar tal estado de coisas, portanto, não é algo que se possa fazer unicamente a partir de novas teorias, ainda que exija sim uma nova compreensão do sentido mesmo da educação, do processo no qual se aprende. A caracterização do ensino de Ciências Naturais, no presente documento, pretende contribuir para essa nova compreensão.

Ciências Naturais e cidadania

Durante muitos séculos, o ser humano se imaginou no centro do Universo, com a natureza à sua disposição, e apropriou-se de seus processos, alterou seus ciclos, redefiniu seus espaços, mas acabou deparando-se com uma crise ambiental que coloca em risco a vida do planeta, inclusive a humana.

Não foi sem repúdio e espanto que a humanidade assistiu à explosão da bomba atômica no Japão e, ainda que sob muitos protestos, à continuidade na produção de armamento nuclear e de outras armas químicas e biológicas, de imenso potencial destrutivo. São fatos que mostram claramente a associação entre desenvolvimento científico e tecnológico e interesses políticos e econômicos. A Ciência que, acima de qualquer julgamento, domina a natureza e descobre suas leis, passa a ser percebida, então, em sua dimensão humana, com tudo que isso pode significar: trabalho, disciplina, erro, esforço, emoção e posicionamentos éticos. É importante, portanto, que se supere a postura que apresenta o ensino de Ciências Naturais como sinônimo da mera descrição de suas teorias e experiências, sem refletir sobre seus aspectos éticos e culturais.

Na educação contemporânea, o ensino de Ciências Naturais é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza em outros termos, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária.

Um conhecimento maior sobre a vida e sobre sua condição singular na natureza permite ao aluno se posicionar acerca de questões polêmicas como os desmatamentos, o acúmulo de poluentes e a manipulação gênica. Deve poder ainda perceber a vida humana, seu próprio corpo, como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo, pois tanto a herança biológica quanto as condições culturais, sociais e afetivas refletem-se no corpo. Nessa perspectiva, a área de Ciências Naturais pode contribuir para a percepção da integridade pessoal e para a formação da auto-estima, da postura de respeito ao próprio corpo e ao dos outros, para o entendimento da saúde como um valor pessoal e social e para a compreensão da sexualidade humana sem preconceitos.

Além disso, conviver com produtos científicos e tecnológicos é algo hoje universal, o que não significa conhecer seus processos de produção e distribuição. Mais do que em qualquer época do passado, seja para o consumo, seja para o trabalho, cresce a necessidade de conhecimento a fim de interpretar e avaliar informações, até mesmo para poder participar e julgar decisões políticas ou divulgações científicas na mídia. A falta de informação científico-tecnológica pode comprometer a própria cidadania, deixada à mercê do mercado e da publicidade.

Mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo é uma meta para o ensino da área na escola fundamental. Seus conceitos e procedimentos contribuem para o questionamento do que se vê e se ouve, para interpretar os fenômenos da natureza, para compreender como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos e

criando um novo meio social e tecnológico. É necessário favorecer o desenvolvimento de postura reflexiva e investigativa, de não-aceitação, *a priori*, de idéias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação.

Considerando a obrigatoriedade do ensino fundamental no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências Naturais como propedêutico ou preparatório, voltado apenas para o futuro distante. O estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje, e, nesse sentido, conhecer Ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e desenvolvimento mental, para assim viabilizar sua capacidade plena de exercício da cidadania.

Ciências Naturais e Tecnologia

Ciência e Tecnologia são herança cultural, conhecimento e recriação da natureza. Ao lado da mitologia, das artes e da linguagem, a tecnologia é um traço fundamental das culturas. Por exemplo, conhece-se o período paleolítico pelo domínio do fogo e pelo uso da pedra lascada como instrumento de caça e pesca, substituído pela pedra polida no período neolítico, marcado pelo desenvolvimento da agricultura, da criação de animais e a utilização do ouro e do cobre.

Atualmente, em meio à industrialização intensa e à urbanização concentrada, também potenciadas pelos conhecimentos científicos e tecnológicos, conta-se com a pílula anticoncepcional, com a sofisticação da medicina científica das tomografias computadorizadas e com a enorme difusão da teleinformática. Ao mesmo tempo, convive-se com ameaças como o buraco na camada de ozônio, a bomba atômica, a fome, as doenças endêmicas não controladas e as decorrentes da poluição. A associação entre Ciência e Tecnologia se amplia, tornando-se mais presente no cotidiano e modificando, cada vez mais, o mundo e o próprio ser humano.

Portanto, a divisão que muitas vezes se faz entre o conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologia para a produção e para outros aspectos da vida é geralmente imprecisa. Isso vale tanto para a roda d'água medieval, para a pasteurização de alimentos, para as indústrias farmacêutica e química e para o motor elétrico do século passado como para o desenvolvimento do *laser*, da imunologia e dos semicondutores neste século.

Mas, ao contrário da Tecnologia, grande parte do conhecimento científico não é produzido com uma finalidade prática. As Ciências Naturais, em seu conjunto, incluindo inúmeros ramos da Astronomia, da Biologia, da Física, da Química e das Geociências, estudam diferentes conjuntos de fenômenos naturais e geram representações do mundo ao buscar compreensão sobre o Universo, o espaço, o tempo, a matéria, o ser humano, a vida, seus processos e transformações.

Ao descobrir e explicar fenômenos naturais, organiza-se e sintetiza-se conhecimento em teorias continuamente debatidas, modificadas e validadas pelas comunidades científicas. As teorias sinalizam aos cientistas quais fenômenos e problemas investigar, quais métodos empregar. Teorias apresentam-se como conjunto de afirmações, hipóteses e metodologias fortemente articuladas.

As diferentes Ciências utilizam-se de diferentes métodos de investigação, sendo impreciso definir as etapas de um método científico único e igualmente significativo para todas as Ciências e suas diferentes abordagens. Muitas metodologias vão sendo criadas; às vezes, confundem-se com as próprias pesquisas. Apesar disso, são constantes na prática científica os procedimentos de observação, de experimentação, de hipotetização, de quantificação, de comparação e a busca de rigor nos resultados.

Embora o processo de acumulação de herança cultural tenha grande significado, o conhecimento da natureza não se faz por mera acumulação de informações e interpretações. A produção científica comporta rupturas e delas depende. Quando novas teorias são aceitas, convicções antigas são abandonadas, os mesmos fatos são descritos em novos termos criando-se novos conceitos, um mesmo aspecto da natureza passa a ser explicado segundo uma nova compreensão geral, uma nova linguagem é proposta. Debates e controvérsias acompanham as verdadeiras revoluções do conhecimento, que não se restringem apenas ao âmbito interno das Ciências, mas interagem com o pensar filosófico e a sociedade em geral.

Muitas teorias levam o nome de quem conseguiu fazer essas grandes sínteses, como a teoria da evolução de Darwin ou a teoria da relatividade de Einstein; porém, elas são sempre o resultado de acúmulo de pesquisas coletivas e debates entre a comunidade científica, devendo ser, portanto, compreendidas como fruto de produções coletivas. Para fazer jus à história, a teoria da evolução dos seres vivos, por exemplo, tem sido mais recentemente referida como teoria de Darwin/Wallace.

Na história das Ciências são notáveis as novas teorias, especialmente a partir do século XVI, quando começa a surgir a Ciência Moderna, cujos resultados ampliam as relações entre Ciência e Tecnologia. O sucesso dessa parceria e o grande desenvolvimento teórico desde então provocaram inegável otimismo e confiança em relação a esses fazeres humanos, muito significativos no século passado, mas que foram revistos mais recentemente pela percepção de que também o desenvolvimento e a aplicação da ciência devem ser alvo de controle social.

A Ciência Moderna se inicia com os trabalhos de Copérnico, Kepler e Galileu (séculos XVI e XVII) na Astronomia, os quais, de posse de dados mais precisos obtidos pelo aperfeiçoamento dos métodos e instrumentos, reinterpretam as observações celestes e propõem o modelo heliocêntrico, que desloca definitivamente a Terra do centro do Universo.

Newton (século XVII), a partir dos trabalhos de outros pensadores, como Galileu e Kepler, formulou a Mecânica apoiada em um modelo matemático rigoroso, que foi hegemônico até o século passado. A Termodinâmica surgiu (século XVIII) com a primeira revolução industrial, da sistematização da operação de máquinas térmicas, assim como o Eletromagnetismo (século XIX), sistematizado por Maxwell, surgiu com a segunda revolução industrial, com a disseminação da iluminação e dos motores elétricos. A Física moderna, com a Relatividade e a Mecânica Quântica (século XX), constitui a base da terceira revolução industrial, em particular da microeletrônica, da robótica e dos computadores.

A teoria da combustão pela participação do gás oxigênio, formulada por Lavoisier (século XVIII), teve importante papel na solução dos debates da época e é considerada a pedra angular da revolução do pensamento químico, auxiliado também pela introdução de uma linguagem simbólica característica. Mas a Química contemporânea se constitui a partir da descoberta de partículas subatômicas, entre as quais o elétron (início do século XX). O pensamento químico sobre a matéria adquire então novas dimensões e, com isso, novas possibilidades de interação entre as substâncias tornam-se possíveis. Isto possibilitou ao ser humano intervir mais intensamente na transformação e síntese de substâncias novas, como plásticos, fertilizantes, medicamentos e aditivos alimentares, o que está em íntima relação com os processos industriais e os padrões de desenvolvimento e consumo gerados neste século.

Lyell (século XIX) leva adiante a teorização acerca da crosta terrestre, entendida como camadas geológicas de diferentes idades, contribuindo para a concepção de que os ambientes da Terra se formaram por uma evolução contínua atuando por longos períodos de tempo. Inspirado também pela geologia de Lyell, Charles Darwin elaborou uma teoria da evolução que possibilitou uma interpretação geral para o fenômeno da diversidade da vida, fundada nos conceitos de adaptação e seleção natural. Sua teoria levava em consideração conhecimentos de Geologia, Botânica, Zoologia, Paleontologia e Embriologia, e muitos dados colhidos em diferentes regiões do mundo. Ainda no século XIX, Pasteur faz avançar o conhecimento sobre a reprodução de microorganismos ao desenvolver novas técnicas de conservação de bebidas fermentadas, atendendo a demandas de produtores de vinhos franceses. O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular (século XX) faz surgir a engenharia genética, que tem aplicações diretas na agricultura e na pecuária dos grandes produtores.

As muitas mudanças nas explicações sobre a natureza exprimem-se em diferentes campos da Ciência contemporânea. Verificou-se que elétrons, por exemplo, consagrados como partículas, comportam-se como ondas ao atravessar um cristal, assim como a luz, consagrada como onda, pode se comportar como partícula. O desenvolvimento da Física Quântica mostrou uma realidade que demanda outras representações, que permitem compreender, pela primeira vez, a enorme regularidade das propriedades químicas, ópticas, magnéticas e elétricas dos materiais e desvendar a estrutura microscópica da vida. Na

Biologia estabeleceram-se modelos para as microscópicas estruturas dos seres vivos e de sua reprodução. E, apesar de todos os avanços, ou até mesmo por causa deles, debatem-se hoje, com grande repercussão filosófica, a origem do Universo e da Vida como questões científicas ainda abertas.

Aprender e ensinar Ciências Naturais no ensino fundamental

ALGUMAS DIFICULDADES E SOLUÇÕES NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NATURAIS

A despeito de sua importância, do interesse que possa despertar e da variedade de temas que envolve, o ensino de Ciências Naturais tem sido freqüentemente conduzido de forma desinteressante e pouco compreensível.

As teorias científicas, por sua complexidade e alto nível de abstração, não são passíveis de comunicação direta aos alunos de ensino fundamental. São grandes sínteses, distantes das idéias de senso comum. Seu ensino sempre requer adequação e seleção de conteúdos, pois não é mesmo possível ensinar o conjunto de conhecimentos científicos acumulados.

A abordagem dos conhecimentos por meio de definições e classificações estanques que devem ser decoradas pelo estudante contraria as principais concepções de aprendizagem humana, como, por exemplo, aquela que a compreende como construção de significados pelo sujeito da aprendizagem, debatida no documento de Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Quando há aprendizagem significativa, a memorização de conteúdos debatidos e compreendidos pelo estudante é completamente diferente daquela que se reduz à mera repetição automática de textos cobrada em situação de prova.

Torna-se, de fato, difícil para os estudantes apreenderem o conhecimento científico que, muitas vezes, discorda das observações cotidianas e do senso comum. Por exemplo, o conceito de adaptação dos seres vivos — uma relação entre populações de espécies vivas e seu ambiente, como resultado de seleção natural — exprime uma idéia diferente do uso cotidiano do termo ao se dizer que um vaso de planta está bem adaptado numa janela. A observação do caminho diário do Sol em relação ao horizonte faz pensar que nossa fonte de luz gira ao redor do lugar onde vivemos, uma idéia diferente do que propõe a Ciência. Situar o aluno neste confronto é necessário, mas não costuma ser simples romper com conhecimentos intuitivos.

São inúmeras as pesquisas, buscando contribuir para o ensino, que investigaram como crianças e jovens pensam diferentes conteúdos e elaboram idéias científicas, demonstrando seu modo de pensar distinto do adulto. A mobilização de conhecimentos adquiridos pela

vivência e pela cultura relacionados a muitos conteúdos em situações de aprendizagem na escola é um pressuposto básico para a aprendizagem significativa.

Assim, o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro.

Em relação aos conteúdos conceituais, particularmente de quinta a oitava séries, persiste uma tendência que os aborda de modo estanque nas disciplinas científicas, tais como se consagraram há mais de um século, e de forma caricatural. Apresenta-se separadamente Geologia, dentro de água, ar e solo; Zoologia e Botânica, como sendo classificação dos seres vivos; Anatomia e Fisiologia humana, como sendo todo o corpo humano; Física, como fórmulas, e Química, como o modelo atômico-molecular e a tabela periódica. As interações entre os fenômenos, e destes com diferentes aspectos da cultura, no momento atual ou no passado, estudadas recentemente com maior ênfase nas Ciências Naturais, estão ausentes. Por exemplo, as noções de ambiente ou de corpo humano como sistemas, idéias importantes a trabalhar com alunos, são dificultadas por essa abordagem.

A compreensão do que é Ciência por meio desta perspectiva enciclopédica, livresca e fragmentada não reflete sua natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra, conforme é colocada atualmente. Está ausente a perspectiva da Ciência como aventura do saber humano, fundada em procedimentos, necessidades e diferentes interesses e valores.

Buscando superar a abordagem fragmentada das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo interrelacionado, buscando-se a interdisciplinaridade possível dentro da área de Ciências Naturais.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS NATURAIS

Para pensar sobre o currículo e sobre o ensino de Ciências Naturais o conhecimento científico é fundamental, mas não suficiente. É essencial considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, relacionado a suas experiências, sua idade, sua identidade cultural e social, e os diferentes significados e valores que as Ciências Naturais podem ter para eles, para que a aprendizagem seja significativa.

Por meio de temas de trabalho, o processo de ensino e aprendizagem na área de Ciências Naturais pode ser desenvolvido dentro de contextos social e culturalmente relevantes, que potencializam a aprendizagem significativa. Os temas devem ser flexíveis e suficientes para abrigar a curiosidade e as dúvidas dos estudantes, proporcionando a sistematização dos diferentes conteúdos e seu desenvolvimento histórico, conforme as características e necessidades das classes de alunos, nos diferentes ciclos.

O interesse e a curiosidade dos estudantes pela natureza, pela Ciência pela Tecnologia e pela realidade local e universal, conhecidos também pelos meios de comunicação, favorecem o envolvimento e o clima de interação que precisa haver para o sucesso das atividades, pois neles encontram mais facilmente significado.

Trata-se, portanto, de organizar atividades interessantes que permitam a exploração e a sistematização de conhecimentos compatíveis ao nível de desenvolvimento intelectual dos estudantes, em diferentes momentos do desenvolvimento. Deste modo, é possível enfatizar as relações no âmbito da vida, do Universo, do ambiente e dos equipamentos tecnológicos que poderão melhor situar o estudante em seu mundo.

Dizer que o aluno é sujeito de sua aprendizagem significa afirmar que é dele o movimento de ressignificar o mundo, isto é, de construir explicações, mediado pela interação com o professor e outros estudantes e pelos instrumentos culturais próprios do conhecimento científico. Mas esse movimento não é espontâneo; é construído com a intervenção fundamental do professor.

É sempre essencial a atuação do professor, informando, apontando relações, questionando a classe com perguntas e problemas desafiadores, trazendo exemplos, organizando o trabalho com vários materiais: coisas da natureza, da tecnologia, textos variados, ilustrações etc. Nestes momentos, os estudantes expressam seu conhecimento prévio, de origem escolar ou não, e estão reelaborando seu entendimento das coisas. Muitas vezes, as primeiras explicações são construídas no debate entre os estudantes e o professor. Assim, estabelece-se o diálogo, associando-se aquilo que os estudantes já conhecem com os desafios e os novos conceitos propostos.

É importante, portanto, que o professor tenha claro que o ensino de Ciências Naturais não se resume na apresentação de definições científicas, como em muitos livros didáticos, em geral fora do alcance da compreensão dos alunos. Definições são o ponto de chegada do processo de ensino, aquilo que se pretende que o estudante compreenda e sistematize, ao longo ou ao final de suas investigações.

Em sua equipe, ao planejar as aulas de Ciências Naturais, o professor seleciona temas, em conjunto às demais áreas de conhecimento ou em sua especialidade, que vão ganhando complexidade e profundidade. Ao planejar cada tema, seleciona problemas, que correspondem a situações interessantes a interpretar. Uma notícia de jornal, um filme, uma situação de sua realidade cultural ou social, por exemplo, podem-se converter em problemas com interesse didático.

Nos primeiros ciclos, por meio de diferentes atividades, os estudantes conhecem fenômenos, processos, explicações e nomes, debatendo diversos problemas e organizando várias relações. É uma aprendizagem, muitas vezes lúdica, marcada pela interação direta com os fenômenos, os fatos e as coisas. Poderão também construir noções científicas com uma menor complexidade e abrangência, ampliando suas primeiras explicações, conforme seu desenvolvimento permite. Nos ciclos finais, conforme as aquisições anteriores, os estudantes poderão trabalhar e sistematizar idéias científicas mais estruturadas. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais os alcances de aprendizagem dos diferentes conceitos estão explicitados nos textos voltados aos conteúdos de cada ciclo.

Conforme pressuposto geral dos Parâmetros Curriculares Nacionais explicitado no seu documento de Introdução, da mesma forma que os conceitos (os conteúdos explicativos das Ciências Naturais), também são conteúdos para planejamento e ensino e aprendizagem os procedimentos, as atitudes e os valores humanos.

Em Ciências Naturais, os procedimentos correspondem aos modos de buscar, organizar e comunicar conhecimentos. São bastante variados: a observação, a experimentação, a comparação, a elaboração de hipóteses e suposições, o debate oral sobre hipóteses, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e idéias, a leitura e a escrita de textos informativos, a elaboração de roteiros de pesquisa bibliográfica, a busca de informações em fontes variadas, a elaboração de questões para enquete, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a elaboração de perguntas e problemas, a proposição para a solução de problemas.

O ensino de procedimentos só é possível pelo trabalho com diferentes temas de Ciências Naturais, que serão investigados de formas distintas, com atenção para aqueles que permitem ampliar a compreensão da realidade local. Certos temas podem ser objeto de observações diretas e/ou experimentação, outros poderão ser investigados por meio de entrevista ou pesquisa de opinião, e assim por diante.

No contexto da aprendizagem significativa, os alunos são convidados a praticar os procedimentos, no início a partir de modelos oferecidos pelo professor e, aos poucos, tornando-se autônomos. Por exemplo, ao trabalhar o desenho de observação, o professor inicia a atividade desenhando no quadro, conversando com a classe sobre os detalhes de cores e formas que permitem que o desenho “científico” seja uma representação do objeto original. Em seguida, os alunos podem fazer seu próprio desenho de observação, esperando-se que esse primeiro desenho se assemelhe ao do professor. Em outras oportunidades, poderão começar o desenho de observação sem o modelo do professor, que ainda assim conversa com os alunos sobre detalhes necessários ao desenho.

Em outro exemplo, inicialmente faz-se com os alunos um roteiro de pesquisa no qual levantam-se claramente as questões a serem investigadas em algum texto determinado; auxilia-se primeiro a interpretação de cada parágrafo e respectivas anotações dos alunos e,

então, procede-se à busca de respostas. Em momento posterior, os alunos já fazem a interpretação do texto sem ajuda, mas ainda necessitam de auxílio para a elaboração de texto final. Até que, completando a escolaridade, tanto o roteiro como a pesquisa em si podem ser feitos inteiramente pelos próprios alunos, sem a interferência do professor que, ainda assim, discute o tema, esclarece o objetivo da pesquisa, levanta a bibliografia e orienta a elaboração do texto final.

Assim, nos primeiros ciclos, em conjunto com as demais áreas, são exemplos de procedimentos significativos as produções de desenhos informativos, de legendas de ilustrações e de quadros comparativos. Nos ciclos finais, salientam-se a produção de textos informativos e esquemas crescentemente mais complexos e outros procedimentos para a exploração e a comunicação dos temas e problemas em estudo, sempre com crescente autonomia.

Quanto ao ensino de atitudes e valores, explicitamente ou não, o processo educacional, as práticas escolares e a postura do professor estarão sempre sinalizando, coibindo e legitimando atitudes e valores. Esta dimensão dos conteúdos demanda a reflexão sobre situações concretas, para que valores e posturas sejam promovidos tendo em vista o cidadão que se tem a intenção de formar.

Em Ciências Naturais, o desenvolvimento de posturas e valores envolve muitos aspectos da vida social, da cultura do sistema produtivo e das relações entre o ser humano e a natureza. A valorização da vida em sua diversidade, a responsabilidade em relação à saúde e ao ambiente, bem como a consideração de variáveis que envolvem um fato, o respeito às provas obtidas por investigação e à diversidade de opiniões ou a interação nos grupos de trabalho são elementos que contribuem para o aprendizado de atitudes, para saber se posicionar crítica e construtivamente diante de diferentes questões. Incentivo às atitudes de curiosidade, de persistência na busca e compreensão das informações, de preservação do ambiente e sua apreciação estética, de apreço e respeito à individualidade e à coletividade tem lugar no processo de ensino e aprendizagem.

No planejamento e no desenvolvimento dos temas de Ciências Naturais em sala de aula, cada uma das dimensões dos conteúdos — fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores — deve estar explicitamente tratada. É também essencial que sejam levadas em conta por ocasião das avaliações, de forma compatível com o sentido amplo que se adotou para os conteúdos do aprendizado.

AVALIAÇÃO

Avaliação é um elemento do processo de ensino e aprendizagem que deve ser considerado em direta associação com os demais. Como está discutido no documento de Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais, a avaliação informa ao professor o que foi aprendido pelo estudante; informa ao estudante quais são seus avanços, dificuldades e

possibilidades; encaminha o professor para a reflexão sobre a eficácia de sua prática educativa e, desse modo, orienta o ajuste de sua intervenção pedagógica para que o estudante aprenda. Possibilita também à equipe escolar definir prioridades em suas ações educativas.

Longe de ser apenas um momento final do processo de ensino, a avaliação se inicia quando os estudantes põem em jogo seus conhecimentos prévios e continua a se evidenciar durante toda a situação escolar. Assim, o que constitui a avaliação ao final de um período de trabalho é o resultado tanto de um acompanhamento contínuo e sistemático pelo professor como de momentos específicos de formalização, ou seja, a demonstração de que as metas de formação de cada etapa foram alcançadas.

Coerentemente com a concepção de conteúdos e com os objetivos propostos, a avaliação deve considerar o desenvolvimento das capacidades dos estudantes com relação à aprendizagem não só de conceitos, mas também de procedimentos e de atitudes. Dessa forma, é fundamental que se utilizem diversos instrumentos e situações para poder avaliar diferentes aprendizagens. Para que a avaliação seja feita em clima afetivo e cognitivo propício para o processo de ensino e aprendizagem, os critérios de avaliação necessitam estar explícitos e claros tanto para o professor como para os estudantes.

Em Ciências, também são muitas as formas de avaliação possíveis: individual e coletiva, oral e escrita. Os instrumentos de avaliação comportam, por um lado, a observação sistemática durante as aulas sobre as perguntas feitas pelos estudantes, as respostas dadas, os registros de debates, de entrevistas, de pesquisas, de filmes, de experimentos, os desenhos de observação etc.; por outro lado, as atividades específicas de avaliação, como comunicações de pesquisa, participação em debates, relatórios de leitura, de experimentos e provas dissertativas ou de múltipla escolha. É importante notar que esses últimos instrumentos, as provas, muitas vezes são entendidos como a única forma de avaliação possível, perdendo-se a perspectiva da avaliação como elemento muito mais abrangente.

Nas provas que demandam definição de conceitos, as perguntas precisam estar contextualizadas para que o estudante não interprete a aprendizagem em Ciências Naturais como a aprendizagem de trechos de textos decorados para a prova. Perguntas objetivas do tipo: “O que é...?”, nos primeiros ciclos do ensino fundamental, podem vir a ser respondidas com “Por exemplo...”. E o professor deveria aceitar os exemplos como forma legítima de os alunos revelarem suas primeiras elaborações. Contudo, deve ser enfatizado que, em nenhuma hipótese, o aprendizado pode se reduzir a essa etapa.

Conforme o aprendizado vai se tornando mais amplo, ultrapassando o limite restrito da identificação e denominação, as questões mais adequadas para atividades de avaliação são aquelas que solicitam ao estudante fazer uso de seu conhecimento, por exemplo, interpretar situações determinadas, utilizando algumas informações, conceitos, procedimentos ou atitudes que são objetos de discussão e aprendizagem. Isso é possível ao se solicitar ao estudante ou a grupo de estudantes que interprete uma determinada situação fazendo uso de conceitos, atitudes ou procedimentos que estão sendo trabalhados. Pode

ser interpretada uma história, uma figura, um texto, um problema, um conjunto de informações ou um experimento, em situações semelhantes, mas não iguais, às vivenciadas no decorrer dos estudos. Nessas situações, os alunos realizam comparações, estabelecem relações, elaboram registros e outros procedimentos desenvolvidos em sua aprendizagem, fazendo uso de conceitos e atitudes que elaboraram. Desta forma, tanto a evolução conceitual quanto a familiaridade com procedimentos e o desenvolvimento de atitudes podem ser avaliados.

Além do produto dos trabalhos individuais, em duplas ou em grupo, o professor organiza meios para comentar, rever e registrar as apreciações dos processos de produção destes mesmos trabalhos. Como se discute no documento de Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais, o erro faz parte do processo de aprendizagem e pode estar expresso em registros, respostas, argumentações e formulações incompletas do estudante. Desde que consistentemente trabalhado pelo professor, o erro é um elemento que pode permitir ao estudante tomar consciência do seu próprio processo de aprendizagem, da apropriação que faz de diferentes conteúdos, percebendo que há diferenças entre o senso comum e os conceitos científicos e que é necessário saber aplicar diferentes domínios de idéias em diferentes situações. Se esse conhecimento for valorizado nas práticas sociais, vai se estabelecer na mente dos estudantes, se manifestar nas situações cotidianas de interação e não apenas nos momentos das respostas formais.

Do ponto de vista do professor o erro, que tradicionalmente expressa discrepâncias com conceitos e procedimentos da Ciência, também pode ser visto como uma revelação da lógica de quem aprende. Avaliar também é buscar compreender essa lógica, sua razão constitutiva como parte do processo, explicitá-la para quem está aprendendo, possibilitando seu avanço. Por outro lado, os erros dos estudantes também indicam as necessidades de ajuste no planejamento de quem ensina ou no programa da área.

Por fim, para o estudante e para o professor, a análise conjunta da produção realizada por meio dos trabalhos escolares é importante no processo educativo, e não deve ser confundida com a correção de exercícios ou provas. Esses momentos, dos quais a auto-avaliação faz parte, são situações em que os estudantes podem tomar consciência tanto de seu processo de aprendizagem como de seu processo educativo mais geral; são situações de síntese, que podem localizá-los em relação ao conhecimento, ao grupo de colegas de sala e à própria escola.

Objetivos gerais de Ciências Naturais para o ensino fundamental

Os objetivos de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica.

Esses objetivos de área são coerentes com os objetivos gerais estabelecidos para o ensino fundamental.

O ensino de Ciências Naturais deverá então se organizar de forma que, ao final do ensino fundamental, os alunos tenham desenvolvido as seguintes capacidades:

- compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive, em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente;
- compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural;
- identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas;
- compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes;
- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;
- saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.

CONTEÚDOS DE CIÊNCIAS NATURAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL

CrITÉRIOS de seleção de conteúdos

Reconhecida a complexidade das Ciências Naturais e da Tecnologia, é preciso aproximá-las da compreensão do estudante, favorecendo seu processo pessoal de constituição do conhecimento científico e de outras capacidades necessárias à cidadania. É com esta perspectiva e com aquelas voltadas para toda a educação fundamental que foram destacados os critérios de seleção de conteúdos:

- os conteúdos devem favorecer a construção, pelos estudantes, de uma visão de mundo como um todo formado por elementos interrelacionados, entre os quais o ser humano, agente de transformação. Devem promover as relações entre diferentes fenômenos naturais e objetos da tecnologia, entre si e reciprocamente, possibilitando a percepção de um mundo em transformação e sua explicação científica permanentemente reelaborada;
- os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo ao estudante compreender, em seu cotidiano, as relações entre o ser humano e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. Os temas transversais apontam conteúdos particularmente apropriados para isso;
- os conteúdos devem se constituir em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores a serem promovidos de forma compatível com as possibilidades e necessidades de aprendizagem do estudante, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos.

Esses critérios, utilizados nas seleções dos conteúdos dos eixos temáticos, também serão úteis para o professor organizador de currículos e planos de ensino, ao decidir sobre que perspectivas, enfoques e assuntos trabalhar em sala de aula.

Eixos temáticos

Os eixos temáticos representam uma organização articulada de diferentes conceitos,

procedimentos, atitudes e valores para cada um dos ciclos da escolaridade, compatível com os critérios de seleção acima apontados. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de primeiro e segundo ciclos, a escolha dos eixos orientou-se pela análise dos currículos estaduais atualizados¹; na preparação dos terceiro e quarto ciclos, somou-se o aprofundamento das discussões da área e de temas transversais.

Dos eixos temáticos estabelecidos para primeiro e segundo ciclos, dois são reiteradamente escolhidos, segundo a análise: “Vida e Ambiente” e “Ser Humano e Saúde”. O eixo “Tecnologia e Sociedade”, introduzido ainda nos primeiros ciclos, reúne conteúdos que poderiam ser estudados compondo os outros eixos, mas por sua atualidade e urgência social merece especial destaque. “Terra e Universo” está presente a partir do terceiro ciclo, por motivos circunstanciais, ainda que se entenda que esse eixo poderia estar presente nos dois primeiros.

Os eixos temáticos foram elaborados de modo a ampliar as possibilidades de realização destes Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, com o estabelecimento, na prática de sala de aula, de diferentes seqüências de conteúdos internas aos ciclos; o tratamento de conteúdos em diferentes situações locais e o estabelecimento das várias conexões: entre conteúdos dos diferentes eixos temáticos, entre esses e os temas transversais e entre todos eles e as demais áreas do ensino fundamental. Tais conteúdos podem ser organizados em temas e problemas para investigação, elaborados pelo professor no seu plano de ensino. Com isso, não se propõe forçar a integração aparente de conteúdos, mas trabalhar conhecimentos de várias naturezas que se manifestam inter-relacionados de forma real.

A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere à área de Ciências Naturais uma perspectiva interdisciplinar, pois abrange conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos. A opção do professor em organizar os seus planos de ensino segundo temas de trabalho e problemas para investigação facilita o tratamento interdisciplinar das Ciências Naturais. É uma prática que, nesta área, já vem se tornando freqüente e é recomendável, pois permite a organização de conteúdos de modo flexível e compatível com os seus critérios de seleção.

Os temas em Ciências Naturais podem ser muito variados. Alguns são consagrados, como “a água e os seres vivos”, “erosão do solo”, “poluição do ar”, “máquinas” e “alimentação”. Outros são episódicos ou regionais; uma notícia de jornal ou de TV, um acontecimento na comunidade ou uma análise da realidade local podem igualmente sugerir pautas de trabalho.

Apenas para exemplificar esta proposta, seguem indicações para o trabalho com “alimentação” tanto no primeiro como no terceiro ciclo, considerando-se os eixos temáticos e os temas transversais não de forma estanque, mas constituindo todo o trabalho. Nos

¹ Realizada pela Fundação Carlos Chagas como subsídio aos Parâmetros Curriculares Nacionais; ver bibliografia.

próximos parágrafos, os parênteses estão colocados apenas para que se visualize com que eixos e temas transversais os conteúdos citados se relacionam mais estreitamente.

No primeiro ciclo, “alimentação” é um tema que pode ser organizado inicialmente por meio de investigação comparativa dos ambientes como hortas, pomares, grandes plantações e criações, que dão origem aos alimentos; as informações podem ser coletadas em ilustrações informativas, visitas ou acompanhamento da própria horta escolar (“Vida e Ambiente”). Valoriza-se a higiene no preparo das refeições e investigam-se os hábitos alimentares dos estudantes, por observações e entrevistas (“Ser Humano e Saúde” e Saúde). Os costumes alimentares ligados a diferentes culturas, aqueles dos próprios estudantes e a relação entre a alimentação variada e as necessidades do organismo são investigados, por exemplo, por meio de leituras, levantamentos de informação e sistematização de conhecimentos sobre tipos de alimentos (“Ser Humano e Saúde”, Saúde e Pluralidade Cultural). Abordam-se as transformações dos alimentos preparados na cozinha doméstica, que podem ser vivenciadas na escola em experimentações orientadas pelo professor. A preparação artesanal ou industrial de alimentos pode ser investigada em visitas e oficinas (“Tecnologia e Sociedade”).

No terceiro ciclo, o tema “Diets e consumo de alimentos” pode ser organizado inicialmente por meio de investigação sobre a participação humana em cadeias alimentares de vários ambientes e os diferentes processos de obtenção de alimento nos seres vivos (“Vida e Ambiente”). Por intermédio de entrevistas e consulta a fontes de informação os estudantes fazem levantamento de hábitos alimentares em diversas culturas humanas (Pluralidade Cultural). Interpretando rótulos de alimentos comercializados, identificam a composição dos diferentes alimentos reconhecendo-se como consumidor. Estudam o papel dos nutrientes no organismo com auxílio de textos sobre nutrição, (“Ser Humano e Saúde” e Trabalho e Consumo). Alguns processos de conservação dos alimentos industrializados são comparados a processos domésticos, via experimentos controlados e visitas a indústrias (“Tecnologia e Sociedade”). Comparando várias dietas reais ou hipotéticas, refletem sobre as necessidades e as possibilidades de alimentação em diferentes fases do desenvolvimento, em função do sexo e da atividade física, e sobre perspectiva do equilíbrio saúde-doença (Saúde). A partir de dados estatísticos, refletem sobre a fome e as doenças decorrentes de carência alimentar (Saúde e Trabalho e Consumo).

Dependendo da realidade local, essas sugestões são adequadas e modificadas em função das diferentes necessidades do projeto educacional de cada escola.

A cada bimestre, trimestre ou semestre, um eixo temático pode ser selecionado como o enfoque inicial dos temas a serem abordados, mas sempre se conectando a outros eixos de Ciências Naturais e a alguns temas transversais. Dessa forma, na seqüência de vários períodos letivos de cada ciclo, ou seja, a cada dois anos, todos os eixos temáticos são selecionados como o enfoque inicial, pelo menos uma vez cada um. O conjunto das escolhas deve se orientar pelos objetivos gerais dos Parâmetros Curriculares Nacionais em Ciências Naturais e contemplar os objetivos de cada ciclo.

A seguir, discute-se cada um dos eixos temáticos do ensino de Ciências Naturais, indicando-se as perspectivas que os norteiam, as conexões gerais entre eles e aquelas com os vários temas transversais. Posteriormente, apresenta-se o contorno geral das relações entre Ciências Naturais e os temas transversais. A segunda parte deste documento apresenta várias possibilidades para os conteúdos dos ciclos.

TERRA E UNIVERSO

Um céu estrelado, por si só, é algo que proporciona inegável satisfação e sensação de beleza. O fascínio pelos fenômenos celestes levaram os seres humanos a especular e desenvolver idéias astronômicas desde a mais distante Antigüidade. Há registros históricos dessas atividades há cerca de 7000 anos na China, na Babilônia e no Egito, para aperfeiçoar medidas de tempo e por outras razões práticas e religiosas.

A importância que tiveram as idéias bem mais recentes de Galileu e Copérnico está na percepção da Terra como um astro do Universo, não o centro fixo em torno do qual este giraria. A compreensão do sistema Sol-Terra-Lua em movimento é um dos fundamentos da história das idéias e do desenvolvimento científico.

No século XX, o espaço cósmico mostra-se palco concreto da aventura humana, quando se explora todo o Sistema Solar por meio de sondas e naves espaciais e o ser humano pisa na Lua. O Universo, sua forma, seu tamanho, seus componentes, sua origem e sua evolução são temas que atraem os alunos de todos os níveis de ensino.

Para responder à questão “Como é e como funciona o Universo?”, ao longo da História construíram-se modelos para explicar a Terra e o Universo, sendo de grande importância a transição para o modelo heliocêntrico, desenvolvido por Copérnico, pois levou-se séculos para desenvolver uma alternativa ao ponto de vista geocêntrico, de Ptolomeu. A ruptura só foi possível por mudanças de perspectiva no olhar. O Sistema Solar só foi concebido quando se imaginou sair da Terra e poder olhar de longe o conjunto de planetas movendo-se em torno do Sol. Isto significa um esforço gigantesco para se imaginar um centro de observação que não coincide com o lugar onde se está concretamente. Para os estudantes, é difícil a superação de concepções intuitivas acerca da forma da Terra, sua espessura, seu diâmetro, sua localização e descrição de seus movimentos. São concepções que permitem às crianças pequenas desenharem-se “dentro” da Terra. Por isso, é importante que o professor abra o diálogo para as distintas concepções de seus estudantes sobre o Universo antes de ensinar a perspectiva científica consagrada.

Os diferentes modelos de céu e de Universo, vistos em uma certa seqüência, assemelham-se às imagens de um filme feito com câmara de lentes do tipo *zoom*, que focaliza, por exemplo, em um primeiro quadro, um menino em um barco, em seguida, uma cena tomada do alto, onde o barco aparece em meio a muita água. Conforme a câmara se afasta, a água, que parecia um mar, fica ladeada por vegetação terrestre, e uma vista

aérea localiza o pequeno barco em um lago. Visto de mais longe, o barco já é só um ponto e o lago está em um grande parque, numa pequena cidade. Só recentemente o ser humano chegou até a Lua e os equipamentos de observação (lunetas, telescópios e sondas) estão conseguindo obter imagens e sons que ultrapassam nosso Sistema Solar. Há modelos, no entanto, que dependem principalmente da imaginação e já existem há séculos.

A partir do horizonte e de um céu idealizado com limites circulares, elaborou-se um modelo de céu como uma esfera. Da Terra, o observador assistia imóvel à passagem da hemisfera que continha o Sol, seguida da hemisfera oposta, com as estrelas que estavam agrupadas em constelações; o giro completo da esfera durava um dia — período que bem mais tarde foi dividido em 24 horas. A partir deste ponto de referência Ptolomeu sistematizou o modelo geocêntrico.

O modelo seguinte, em *zoom*, tem o Sol no centro, com a Terra e os outros planetas girando ao seu redor, o que explicava algumas observações que se repetiam regularmente a cada período de aproximadamente 365 dias: diferentes arcos descritos pelo Sol no céu diurno e diferentes céus noturnos. Esse modelo rompia com o anterior principalmente por colocar a Terra, todos os planetas e respectivos satélites em movimento. É o modelo heliocêntrico concebido por Copérnico. Quase um século após, esse modelo dinâmico foi explicado por Newton pela gravidade entre os corpos celestes, o que os manteria em constante atração entre si, com forças e velocidades variadas, dependendo da massa de cada um e da distância entre eles. Newton submeteu os corpos celestes às mesmas leis mecânicas válidas na Terra.

Um novo modelo, indo mais longe no *zoom*, concebe o Universo ainda mais amplo, situando o Sistema Solar no interior do aglomerado de estrelas conhecido como Via Láctea, uma galáxia que, sabemos agora, também se move como um conjunto.

Telescópios potentes permitiram constatar a existência de outras galáxias e verificar que todas elas se distanciam entre si. Essa observação gerou a criação de um modelo do Universo em expansão a partir de uma grande explosão, o Big-Bang. Com isso, surgiram novas questões sobre a origem do Universo e sua evolução. Se teve um início, debate-se a possibilidade de poder ter um fim ou se se trata de um Universo pulsante, que se expandiria e depois se contrairia, cujo fim coincidiria com o próprio início, que se repetiria indefinidamente...

Diferente da câmara que pode se afastar alguns quilômetros em *zoom*, as distâncias astronômicas são quase inimagináveis, difíceis de expressar em quilômetros. Essas distâncias astronômicas devem ser muitas vezes trabalhadas com os alunos, de variadas formas, pois não é fácil de serem compreendidas, mas é fundamental na construção de modelos. O conhecimento do modelo heliocêntrico de Sistema Solar — com nove planetas girando ao redor do Sol — é também difícil, ao colocar-se para os estudantes o conflito entre aquilo que observam, ou seja, o Sol desenhando uma trajetória curva no céu, e aquilo que lhes ensinam sobre os movimentos da Terra.

Por isso, iniciar o estudo de corpos celestes a partir de um ponto de vista heliocêntrico, explicando os movimentos de rotação e translação, é ignorar o que os alunos sempre observaram. Uma forma efetiva de desenvolver as idéias dos estudantes é proporcionar observações sistemáticas, fomentando a explicitação das idéias intuitivas, solicitando explicações a partir da observação direta do Sol, da Lua, das outras estrelas e dos planetas. A mediação do professor será benéfica quando ajudar o próprio estudante a imaginar e explicar aquilo que observa, ao mesmo tempo em que torne acessíveis informações sobre outros modelos de Universo e trabalhe com eles, quando for o caso, os conflitos entre as diferentes representações. Neste trajeto, os estudantes devem incorporar novos enfoques, novas informações, mudar suas concepções de tempo e espaço.

Os estudantes devem ser orientados para articular informações com dados de observação direta do céu, utilizando as mesmas regularidades que nossos antepassados observaram para orientação no espaço e para medida do tempo, o que foi possível muito antes da bússola, dos relógios e do calendário atual, mas que junto a eles ainda hoje organizam a vida em sociedade em diversas culturas, o que pode ser trabalhado em conexão com o tema transversal Pluralidade Cultural. Dessa forma, os estudantes constroem o conceito de tempo cíclico de dia, mês e ano, enquanto aprendem a se situar na Terra, no Sistema Solar e no Universo.

É necessário, contudo, ampliar esse conceito de tempo cíclico, promovendo também a idéia de tempo não cíclico: o tempo histórico, que comporta as idéias de evolução, de passado, de registro, de memória e de presente, de mudanças essenciais e irreversíveis.

O conhecimento sobre os corpos celestes foi sendo acumulado historicamente também pela necessidade de se aprender a registrar o tempo cíclico e de se orientar no espaço. Já na fase nômade, a espécie humana associava mudanças na vegetação, hábitos de animais, épocas de chuvas com a configuração das estrelas ou com o trajeto do Sol. Com a elaboração do mapa dos céus, começou-se a desenvolver a Geometria, situando o ser humano com maior precisão na Terra e no espaço cósmico.

Mas, apesar da conexão observada entre os ritmos biológicos dos seres vivos — como hábitos alimentares e épocas de reprodução — e os ritmos cósmicos, como dia, mês e estações do ano, muitas variações e transformações do ambiente terrestre não dependem exclusivamente de fatores relacionados aos corpos celestes. Entre outros fatores, muitas dessas transformações são provocadas pela ação humana, como a degradação ambiental e a promoção das alterações do relevo.

Outras transformações ocorrem em razão da própria estrutura, da orientação do eixo de rotação e dos movimentos do nosso planeta. Por ser uma esfera com eixo de rotação inclinado em relação ao plano de translação, diferentes regiões da Terra captam a luz e o calor do Sol com intensidades muito diferentes ao longo de todo o ano, constituindo variados climas e biomas, característicos das latitudes em que se encontram. São conhecimentos que tiveram um longo percurso até sua sistematização atual.

A estrutura interna da Terra é também dinâmica, originando vulcões, terremotos e distanciamento entre os continentes, o que altera constantemente o relevo e a composição das rochas e da atmosfera, seja pela deposição de gases das erupções, seja por mudanças climáticas drásticas, como glaciações e degelos. Portanto, as paisagens, tal como são percebidas, representam apenas um momento dentro do longo e contínuo processo de transformação pelo qual passa a Terra, em uma escala de tempo de muitos milhares, milhões e bilhões de anos: é a escala de tempo geológico, como é hoje conhecida.

O conhecimento de algumas dessas transformações geológicas que ocorreram em tempos distantes foi sendo constituído conforme foram sendo decifradas a composição e a formação da litosfera. Fósseis de seres vivos extintos sugerem ambientes terrestres organizados de formas muito diferentes daquelas conhecidas atualmente, mas que propiciaram o surgimento da vida, fato exclusivo em todo o Universo conhecido até o momento. A interpretação de registros concretos do passado pode facilitar a compreensão do significado do tempo geológico, não cíclico, se forem retomados em vários conteúdos trabalhados.

A água, representando atualmente $\frac{3}{4}$ da superfície terrestre, foi fundamental para a origem da vida, diferenciando nosso planeta. Os fenômenos dos quais a água participa, como intemperismo, erosão, assoreamento, circulação do ar, clima, dissolução de substâncias e manutenção da vida, são fundamentais para a organização da superfície terrestre em litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera. A compreensão desses domínios, bem como as inter-relações entre eles, ajuda a construir a idéia da dinâmica da Terra. A comparação entre a composição da Terra e dos outros planetas é, nesse sentido, muito ilustrativa.

Compreender o Universo, projetando-se para além do horizonte terrestre, para dimensões maiores de espaço e de tempo, pode nos dar novo significado aos limites do nosso planeta, de nossa existência no Cosmos, ao passo que, paradoxalmente, as várias transformações que aqui ocorrem e as relações entre os vários componentes do ambiente terrestre podem nos dar a dimensão da nossa enorme responsabilidade pela biosfera, nosso domínio de vida, fenômeno aparentemente único no Sistema Solar, ainda que se possa imaginar outras formas de vida fora dele.

VIDA E AMBIENTE

A presença dos problemas ambientais nos meios de comunicação alerta as pessoas, mas não lhes assegura informações e conceitos científicos sobre o tema. Exemplo disso é o emprego de “ecologia” como sinônimo de meio ambiente e a difusão de visões distorcidas sobre a questão ambiental. É função da escola a revisão dos conhecimentos, sua valorização e enriquecimento.

A questão ambiental, envolvendo aspectos econômicos, políticos, sociais e históricos, acarreta discussões sobre responsabilidades humanas voltadas ao bem-estar comum e ao

desenvolvimento. Interessa a todas as áreas do ensino fundamental, e é tratada de forma abrangente pelo tema transversal Meio Ambiente. Em Ciências Naturais, o tema está presente não apenas no eixo temático “Vida e Ambiente”, mas também nos demais. Por exemplo, os recursos tecnológicos, relacionados às causas das transformações ambientais, encontram-se destacados no eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, as relações entre as condições do ambiente e a manutenção da saúde estão desenvolvidas no eixo “Ser Humano e Saúde”, e o estudo das transformações planetárias em larga escala de tempo é desenvolvido em “Terra e Universo”.

O eixo “Vida e Ambiente” busca promover a ampliação do conhecimento sobre a diversidade da vida nos ambientes naturais ou transformados pelo ser humano, estuda a dinâmica da natureza e como a vida se processa em diferentes espaços e tempos. Tendo em vista uma reconstrução crítica da relação homem/natureza, contrapõe-se à crença do ser humano como senhor da natureza, a ela externo e alheio a seu destino, aprofundando o conhecimento conjunto das relações homem/natureza. Isso demanda a reiterada construção de conceitos, procedimentos e atitudes relativos à temática ambiental, em etapas que levam em conta as possibilidades dos alunos, de modo que, ao longo da escolaridade, o tratamento dos conhecimentos ganhe profundidade.

Neste eixo, diferentes temas de trabalho possibilitam a ampliação de conceitos ao longo de todo o ensino fundamental, à medida que os alunos adquirem maiores possibilidades de análise e síntese. O tratamento das relações entre os componentes dos ambientes ocorre sempre, em diferentes temas de trabalho, mesmo quando o assunto central não é um ecossistema. Igualmente, procedimentos de obtenção, tratamento e comunicação de conhecimentos são trabalhados em “Vida e Ambiente” com crescente ampliação. Desde os primeiros ciclos, as observações diretas, as experimentações, os levantamentos e comparações de hipóteses e suposições, os registros variados têm lugar. A realização de trabalhos de campo pode ocorrer desde as séries iniciais, com grande interesse para os estudos deste eixo temático. Também a comunicação de resultados de estudos, em livros, folhetos e outras formas, para os colegas de classe e outros membros da comunidade, é interessante para a valorização da disseminação de informações.

São extremamente importantes à temática ambiental as informações e os conceitos da Ecologia, que estuda as relações de interdependência entre os organismos vivos e destes com os demais componentes do espaço onde habitam. Tais relações são enfocadas nos estudos das cadeias e teias alimentares, dos níveis tróficos (produção, consumo e decomposição), do ciclo dos materiais e fluxo de energia, da dinâmica das populações, do desenvolvimento e evolução dos ecossistemas. Em cada um desses capítulos lança-se mão de conhecimentos da Química, da Física, da Geologia, da Paleontologia, da Biologia e de outras ciências, o que faz da Ecologia uma área de conhecimento interdisciplinar.

A fim de observar a abrangência desses estudos, pode-se apontar como exemplo a questão do fluxo de energia nos ambientes, ou seja, os caminhos que a energia solar percorre até a dissipação de calor no planeta. Esse fenômeno pode ser melhor compreendido ao ser

tratado de forma conjunta com as taxas de radiação solar diferenciadas conforme a latitude, a fotossíntese, a respiração celular, as teias alimentares e as transformações de energia provocadas pelo ser humano.

Este último assunto, por si só, suscita inúmeras investigações, como, por exemplo, a origem remota dos combustíveis fósseis, formados num tempo muito anterior (da ordem dos milhões de anos) ao surgimento da espécie humana na Terra (da ordem dos milhares de anos); a natureza desses combustíveis (hipóteses sobre o processo de fossilização em condições específicas); os processos de extração e refino dos combustíveis, destacados no eixo temático “Tecnologia e Sociedade”.

Assim, será por meio de diferentes temas de trabalho que a escola poderá propor informações e conceitos científicos, buscando crescente entendimento pelo aluno das relações entre os componentes dos ambientes, especialmente com o ser humano, essenciais para a interpretação de problemas e questões ambientais. Tanto os conhecimentos das Ciências Naturais como as informações sobre a sociedade e a cultura têm lugar na construção destes conhecimentos pelo estudante. Uma melhor compreensão dos ambientes local e regional é uma meta permanente de Ciências Naturais.

Nesses estudos, é importante considerar que os conceitos centrais da Ecologia, como nas demais Ciências Naturais, são construções teóricas. Este é o caso das cadeias alimentares, dos ciclos dos materiais, do fluxo de energia, da adaptação dos seres vivos ao ambiente, da biodiversidade. Eles não podem ser vistos diretamente; só podem ser interpretados a partir de evidências. São idéias construídas com o auxílio de outras mais simples, de menor grau de abstração, mais próximas da percepção, e que podem, ao menos parcialmente, ser objeto de investigação por meio da observação e da experimentação diretas.

Por exemplo, a idéia complexa de ciclo dos materiais nos ambientes, que no referencial teórico comporta implicações biológicas, físicas, químicas e geológicas, pode ganhar sucessivas aproximações trabalhando-se com os alunos idéias mais simples. Neste conteúdo, é possível a observação e a experimentação pelos alunos sobre degradação de diferentes materiais: a decomposição de restos de seres vivos, o enferrujamento e oxidação de outros metais, a resistência à degradação dos vidros, plásticos, a influência da umidade, da luz, do calor e do tempo nesses processos.

Para a apresentação da diversidade da vida, um conceito central neste eixo, privilegiam-se os enfoques ambiental e evolutivo, que podem estar contemplados em um único tema de trabalho ou tratados separadamente, buscando-se o aprofundamento dos conhecimentos. Em diferentes abordagens busca-se o sentido da unidade da vida, seu processo de evolução, por adaptação e seleção natural. É importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no ensino fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta. A comparação de ambientes, uma prática proposta por “Vida e Ambiente” para todos os ciclos, comporta o estudo especial dos seres vivos habitantes destes ambientes, buscando-se descrever e compreender diferentes formas

de vida. O estudo das adaptações dos seres vivos aos seus ambientes está em pauta desde o primeiro ciclo. Em diferentes temas e problemas é possível orientar a identificação de estruturas adaptativas de grupos de seres vivos típicos de diversos ambientes, como cavernas, campos, praias etc. Por exemplo, plantas e animais típicos de ambientes desérticos, onde existe pouca disponibilidade de água líquida, apresentam adaptações particulares que lhes permitem aproveitar melhor a pouca água disponível, bem como economizar esse líquido nas trocas com o ambiente.

Também explorando diferentes adaptações dos grandes grupos de seres vivos, os estudantes exploram alguns padrões biológicos, o que ressalta a existência de relações de parentesco entre suas espécies. Por exemplo, será interessante que os estudantes possam estudar as diferentes adaptações que existem entre os mamíferos, o que permite uma ampla gama de possibilidades ecológicas, como a vida em rios, mares e oceanos, ocupando desde os campos abertos das regiões quentes até as regiões geladas dos pólos. Além disso, os estudantes perceberão que, por mais diferentes que os mamíferos possam ser, guardam semelhanças entre si, podendo-se compreender sua origem comum no passado do planeta.

O estudo das relações entre seres vivos, matéria e energia, em dimensões instantâneas ou de longa duração, locais ou planetárias, conteúdos deste eixo temático, deve oferecer subsídios para a formação de atitudes de respeito à integridade ambiental, observando-se o longo período de formação dos ambientes naturais — muito mais remoto que o surgimento da espécie humana na Terra — e que a natureza tem ritmo próprio de renovação e reconstituição de seus componentes.

Não basta dizer, por exemplo, que não se deve jogar lixo nas ruas ou que é necessário não desperdiçar materiais e substâncias, como água tratada, papel ou plástico. Para que essas atitudes e valores se justifiquem, para não serem dogmas vazios de significados, é necessário compreender as implicações ambientais dessas ações. Nas cidades, lixo nas ruas pode significar bueiros entupidos e água de chuva sem escoamento, favorecendo as enchentes e a propagação de moscas, ratos e a veiculação de doenças. Por sua vez, o desperdício de materiais pode significar a intensificação de extração de recursos naturais, como petróleo e vegetais, que são matérias-primas para a produção de plásticos e papel. A valorização da reciclagem e o repúdio ao desperdício são exemplos de conteúdos de Ciências Naturais também essenciais a Meio Ambiente e Trabalho e Consumo.

Nas discussões sobre as questões ambientais é importante considerar as especificidades das relações do ser humano com a natureza ao compará-las às relações dos demais seres vivos com o meio natural. É necessário evitar o reducionismo biológico, ou seja, acreditar que o conhecimento das relações do ser humano com o meio pode ser entendido com base nas relações de outras espécies. Essas análises são úteis nos estudos sobre processos naturais que atingem a espécie humana, como relações de parasitismo e seleção natural.

No entanto, a espécie humana apresenta características próprias e suas interações

com a natureza vão muito além da satisfação das necessidades biológicas. Estão mediadas por fatores historicamente determinados e dependem da forma como a sociedade se organiza. Também nosso conceito de natureza é uma construção coletiva, histórica e sujeita a transformações.

Sendo assim, ao se analisar a degradação ambiental, é necessário ir além dos aspectos técnicos, considerando-a também como fruto de formas e padrões de organização social. A perspectiva fatalista que leva a tratar a degradação ambiental como se fosse um mal necessário ou o preço a pagar pelo progresso é uma abordagem que nada contribui para a compreensão das questões ambientais.

É preciso, ainda, que o conhecimento escolar não seja alheio ao debate ambiental travado pela comunidade e que ofereça meios de o aluno participar, refletir e manifestar-se, interagindo com os membros da comunidade, no processo de convívio democrático e participação social.

SER HUMANO E SAÚDE

Orienta este eixo temático a concepção de corpo humano como um todo, um sistema integrado de outros sistemas, que interage com o ambiente e que reflete a história de vida do sujeito. O estudo do corpo humano, ao ser reiterado em várias ocasiões e sob vários aspectos durante o ensino fundamental, torna-se cada vez mais complexo para os estudantes, que vão desenvolvendo maior possibilidade de análise e síntese. Por isso, é importante trabalhar o eixo a cada ciclo, não restringindo-o a apenas um período letivo.

Para que o aluno compreenda a integridade do corpo, é importante estabelecer relações entre os vários processos vitais, e destes com o ambiente, a cultura ou a sociedade. São essas relações que estão expressas na arquitetura do corpo e faz dele uma totalidade. Discernir as partes do organismo humano é muitas vezes necessário para entender suas particularidades, mas sua abordagem isolada não é suficiente para a compreensão da idéia do corpo como um sistema. Portanto, ao se focar anatomia e fisiologia humanas é necessário selecionar conteúdos que possibilitem ao estudante compreender o corpo como um todo integrado, não como somatório de partes.

Nestes estudos, as estruturas e seus nomes não são um objeto de estudo em si mesmos, mas localizam onde os processos ocorrem. Assim, os temas em “Ser Humano e Saúde” no ensino fundamental estão relacionados a questões gerais do desenvolvimento e funcionamento do corpo. São questões importantes: as características das etapas de vida em seu ciclo, a obtenção, o transporte e a transformação de energia, de água e de outros materiais, os sistemas de defesa do organismo, bem como as relações entre esses processos entre si e com o meio. Uma constante na abordagem dessas questões é a manutenção da saúde. O desenvolvimento de tema de trabalho ligado à sexualidade e à reprodução é

importante a cada ciclo, por ser assunto de grande interesse e relevância social, aprofundando-se diferentes conteúdos em conexão a Orientação Sexual.

O tema transversal Saúde aborda as relações entre os problemas de saúde e fatores econômicos, políticos, sociais e históricos. Tais problemas acarretam discussões sobre responsabilidades humanas voltadas ao bem-estar comum e condições e objetivos da saúde, que para serem trabalhados necessitam da cooperação da área de Ciências, mas nela não se esgotam. Em Ciências Naturais, apresentar a saúde como um estado de equilíbrio dinâmico do corpo e um bem da coletividade é uma meta que não é simples e que precisa ser reiterada em diferentes momentos, por meio de abordagens diversificadas. Os nomes de doenças, seus agentes e sintomas são conteúdos desenvolvidos em temas de trabalho significativos para os estudantes, como, por exemplo, a investigação dos meios de combate à dengue, mas é de pouca valia sua apresentação isolada de contexto.

Diferentes temas em que se estudam o ciclo e as funções vitais do corpo humano comportam a abordagem dos hábitos relacionados com alimentação, locomoção, por exemplo, que promovem a saúde e a prevenção de doenças. Também ao se tratar do ambiente, local ou mais amplo, há espaço para estudar condições de saúde e doença do ser humano. Para o estudante, é fundamental conhecer seu próprio ambiente, suas condições de saúde e compará-las a outras situações.

Em todos os estudos, independentemente das relações enfocadas, é importante favorecer o desenvolvimento de atitudes de respeito pelas diferenças individuais, de apreço pelo próprio corpo e de auto-estima, por meio do autoconhecimento, em conexão com Saúde. O conhecimento sobre o corpo humano para o aluno deve estar associado a um melhor conhecimento do seu próprio corpo, com o qual tem uma intimidade e uma percepção subjetiva que ninguém mais pode ter, já que cada corpo é individual, único.

Estando relacionado a aspectos individuais, emoções e histórias de vida, o ensino da saúde é particularmente apropriado para trabalhar com cuidado a dimensão das atitudes e valores. O planejamento de atividades específicas para a discussão e promoção de valores é interessante em todos os ciclos.

Cada pessoa, aluno ou professor apreende em seu meio de convívio, especialmente em família, um conjunto de idéias e de valores a respeito do corpo, suas afecções e doenças. É importante que o professor tenha consciência disso para que possa superar suas próprias pré-concepções e retrabalhar algumas das noções que os alunos trazem de casa ou da mídia. O aprendizado científico, neste sentido, é um aprendizado integrado aos conhecimentos culturais. Reconhecer as noções trazidas pelo aluno, interpretá-las, valorizá-las e combater equívocos graves com argumentos objetivos é parte deste aprendizado, em conexão com Pluralidade Cultural.

A mídia tem se incumbido de ditar diferentes hábitos de consumo pela veiculação de propagandas. O consumo é o objetivo principal das propagandas, de alimentos ou de medicamentos. É papel da escola formar alunos com conhecimentos e capacidades que os

tornem aptos a discriminar informações, identificar valores agregados a essas informações e realizar escolhas. A automedicação, que constitui um fator de risco à vida, não é um hábito a ser preservado, pois dificulta o respeito à vida com qualidade, importante valor a ser desenvolvido. Da mesma forma, podem e devem ser trabalhados outros hábitos e comportamentos, como cuidado com o lixo, com a higiene pessoal, a luta coletiva por equipamentos públicos de saúde, saneamento e qualidade de vida. São exemplos de assuntos trabalhados conjuntamente aos temas transversais Trabalho e Consumo, Meio Ambiente e Saúde.

Assunto também abordado junto à Saúde e Meio Ambiente é o desenvolvimento de uma consciência com relação à alimentação, considerando-se as demandas individuais e as possibilidades coletivas de obter alimentos. É essencial a máxima e equilibrada utilização de recursos disponíveis, por meio do aproveitamento de partes de vegetais e animais comumente desperdiçadas, plantio coletivo de hortas e árvores frutíferas.

Em conexão com o tema transversal Orientação Sexual, a sexualidade humana é considerada uma expressão que envolve fatores biológicos, culturais, sociais e de prazer, com significado muito mais amplo e variado do que a reprodução, para pessoas de todas as idades. É elemento de realização humana em suas dimensões afetivas, sociais e psíquicas que incluem mas não se restringem à dimensão biológica.

Além de conexões com os temas transversais, o eixo temático “Ser Humano e Saúde” também pode ser abordado em conjunto aos demais eixos de Ciências Naturais. Em temas de trabalho que situam o ser humano entre as demais espécies vivas, os estudantes comparam a natureza biológica do ser humano à dos demais seres vivos, reconhecendo diferentes padrões de estrutura e funcionamento. Por exemplo, ao tratar da reprodução humana, pode-se compará-la à reprodução de outros seres vivos, em que se observam rituais de acasalamento e comportamentos de cuidado com a prole. Podem-se estabelecer diferenças e semelhanças entre tais comportamentos — o que é instintivo nos animais e no ser humano, o que é modelado pela cultura e pelas convenções sociais nos humanos, as diferenças culturais nos diferentes tempos.

O aspecto rítmico das funções do corpo humano pode ser abordado em conexão com “Terra e Universo”, mesmo aspecto observado para os demais seres vivos, evidenciando-se a natureza biológica do ser humano. Em conexão com “Tecnologia e Sociedade” podem ser investigadas as tecnologias ligadas à alimentação, construção, lazer e saúde.

TECNOLOGIA E SOCIEDADE

O desenvolvimento e a especialização das culturas humanas, ao longo dos tempos, ocorreram em conjunto com o desenvolvimento tecnológico. Mas esse desenvolvimento não é algo homogêneo. No presente, assiste-se à convivência da utilização de técnicas antigas e artesanais com aplicações tecnológicas que se desenvolveram em íntima relação

com as ciências modernas e contemporâneas. Em paralelo, há o crescimento de problemas sociais graves, como a desnutrição e a mortalidade infantil, num momento em que o desenvolvimento tecnológico se faz marcante na produção e estocagem de alimentos, na indústria farmacêutica e na medicina.

Especialmente no último meio século, a produção global de bens e de serviços, a disseminação de uma cultura da informação, a universalização de hábitos de alimentação, vestuário e lazer, com a virtual invasão das culturas regionais por padrões mundiais, constituem não só novos paradigmas, mas também novos desafios da educação em geral e, particularmente, da inserção em um novo mundo do trabalho. O domínio da informática é só um dos aspectos de um novo e amplo complexo de relações da atualidade social e produtiva, na qual conhecimento e informação são pelo menos tão preciosos quanto materiais e energia.

No entanto, o estudo da tecnologia é pequeno nas escolas fundamentais. Para a elaboração deste eixo temático não há discussão acumulada expressiva, ao contrário do que ocorre com a educação ambiental e a educação para a saúde. Sua presença neste documento decorre da necessidade de formar alunos capacitados para compreender e utilizar diferentes recursos tecnológicos e discutir as implicações éticas e ambientais da produção e utilização de tecnologias.

Este eixo temático tem como conteúdos as transformações dos materiais e dos ciclos naturais em produtos necessários à vida e à organização da sociedade humana. São enfocados os conhecimentos, os instrumentos, os materiais e os processos que possibilitam essas transformações. Comporta também o enfoque das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, no presente e no passado, no Brasil e no mundo, em vários contextos culturais, considerando-se as alterações que o acesso e o uso da tecnologia promovem no meio social e na realidade econômica. As questões éticas, valores e atitudes compreendidas nessas relações são conteúdos fundamentais a investigar nos temas que se desenvolvem em sala de aula. A origem e o destino social dos recursos tecnológicos, o uso diferenciado nas diferentes camadas da população, as conseqüências para a saúde pessoal e ambiental e as vantagens sociais do emprego de determinadas tecnologias também são conteúdos de “Tecnologia e Sociedade”. Estão estreitamente ligados aos demais eixos temáticos de Ciências Naturais e aos temas transversais Meio Ambiente, Saúde, Ética, Pluralidade Cultural e Trabalho e Consumo.

Assim, na elaboração de planejamentos, é possível destacar conteúdos de “Tecnologia e Sociedade” para trabalho conjunto com os demais eixos. Por exemplo, o conhecimento acerca dos processos de extração e cultivo de plantas em hortas, pomares e lavouras, de criação de animais em granjas, viveiros e pastagens, de extração e transformação industrial de metais, de extração de areia e outros materiais utilizados na construção civil são temas

de investigação interessantes com os quais se podem desenvolver conteúdos de “Tecnologia e Sociedade” e os demais eixos temáticos de Ciências Naturais. É necessário explicitar as conexões com o tema transversal Meio Ambiente, quando se discutem atitudes de conservação, problemas ambientais e suas relações com a economia; com o tema Trabalho e Consumo, ao abordar as condições de trabalho humano no campo e nas áreas de extração mineral, por exemplo.

Também o saneamento dos espaços urbanos e rurais, a conservação de alimentos, a produção de bens de consumo, as tecnologias ligadas à medicina e ao lazer são temas de estudo sobre transformações de matéria e energia, de processos e aparelhos, de mudanças no meio social promovidas pela tecnologia. Esses estudos estabelecem conexões entre este eixo e o tema transversal Saúde, ao analisar diferentes aspectos que contribuem para a saúde do indivíduo e das populações. O tema transversal Trabalho e Consumo coopera na discussão de questões importantes, ao se investigar como ocorre a criação de novas necessidades, a sua utilização diferenciada pelos grupos sociais e a identificação da publicidade enganosa.

A abordagem da Ética está muito freqüentemente associada a grandes interesses econômicos e políticos. É preciso trazer tais questões críticas para a discussão em sala de aula, evitando a visão ingênua ao idealizar a tecnologia como sinônimo inquestionável de progresso social e conforto individual. É comum, por exemplo, discutir o desperdício de energia e de água potável ou o risco da automedicação a partir de uma perspectiva simplesmente individual, restringindo-se a recomendações do tipo “apague a luz do corredor” ou “não deixe a torneira pingando”, deixando-se de lado aspectos graves como a política econômica de incentivo às indústrias eletro-intensivas e de produção de equipamentos energeticamente perdulários, como automóveis de alta potência e geladeiras mal isoladas.

Em “Tecnologia e Sociedade”, a dimensão dos procedimentos comporta todos os modos de reunir, organizar, discutir e comunicar informações como nos demais eixos. São exemplos de interesse da Física a construção de modelos e experimentos em eletro-eletrônica, magnetismo, acústica, óptica e mecânica (circuitos elétricos, campainhas, máquinas fotográficas, motores, chuveiros, torneiras, rádios a pilha etc.). São exemplos de interesse da Química a experimentação e interpretação de interações entre substâncias, as possíveis transformações e as condições para que elas aconteçam, como a temperatura, o estado físico, a ação de catalisadores etc. No caso da Biologia, a organização de informações sobre as vantagens de certas linhagens híbridas ou selecionadas na agricultura e na pecuária, sobre o manejo de florestas e de populações naturais ou experimentos e simulações sobre tratamento de resíduos urbanos etc.

Mediante a apreciação de um exemplo é possível apontar as dimensões dos conteúdos

implicados em determinado tema de investigação deste eixo, como, por exemplo, “De onde vem a luz das casas?”. O entendimento da geração e transmissão de energia elétrica envolve conceitos relacionados a princípios de conservação de energia, transformação de energia mecânica em energia elétrica, calor, luz, propriedades dos materiais, corrente, circuitos elétricos e geradores. Vários procedimentos podem ser utilizados, como visitas a usinas ou estações de transmissão, entrevistas, leituras, experimentos e montagens. Investigações sobre o descobrimento e aplicação da eletricidade, sobre os limites dos usos de recursos hídricos e suas implicações ambientais e sobre o acesso das populações a esse bem ampliam e contextualizam o tema, oferecendo-se condições para que o debate sobre valores e atitudes voltados à preservação dos recursos naturais esteja bem fundamentado.

Temas transversais e Ciências Naturais

A proposta de trabalhar questões de relevância social na perspectiva transversal aponta para compromisso a ser partilhado por professores de todas as áreas, uma vez que é preciso enfrentar os constantes desafios de uma sociedade, que se transforma e exige continuamente dos cidadãos a tomada de decisões, em meio a uma complexidade social crescente. Uma vez que o conhecimento não se desenvolve à margem de variáveis afetivas e sociais, a capacidade de reflexão crítica é forjada durante o processo de ensino e aprendizagem, ao lado da convivência social.

É necessário considerar como se expressam em cada área os temas transversais que compõem estes Parâmetros Curriculares Nacionais. A perspectiva não é o tratamento simultâneo de um mesmo tema transversal por todas as áreas. Ou, ao contrário, uma abordagem apenas em ocasiões extraordinárias. Para que se tomem significativos no processo educacional, devem ser trabalhados em diferentes contextos, em níveis crescentes de complexidade e articulados à escolha e tratamento dos conteúdos.

Em Ciências Naturais, os temas transversais destacam a necessidade de dar sentido prático às teorias e aos conceitos científicos trabalhados na escola e de favorecer a análise de problemas atuais. Por um lado, os estudantes utilizam conhecimentos científicos para compreender questões atuais que afetam a sua própria vida e a do planeta, como os aditivos alimentares ou a chuva ácida; por outro lado, questões diretamente relacionadas à Ciência e a Tecnologia, como a utilização de energia nuclear ou a clonagem de mamíferos, necessitam ser consideradas por diferentes pontos de vista, além daqueles apresentados pelos cientistas.

Os textos de cada eixo temático de Ciências Naturais apontam várias conexões com todos os temas transversais, seja para a melhor compreensão dos conhecimentos e questões

científicas, seja para a ampliação das análises. Alguns deles tradicionalmente estão presentes em muitos currículos de Ciências Naturais, como Meio Ambiente, Saúde e Orientação Sexual. Mas nas últimas décadas a relevância social desses temas tem sido crescente, revelando sua natureza abrangente. Embora todos eles ainda ocupem lugar destacado nas aulas de Ciências, essas não cobrem o tratamento amplo e complexo que exigem, apontando a necessidade de projetos comuns com as demais áreas do ensino.

São muitas as conexões entre Ciências Naturais e Meio Ambiente. Considerando conhecimentos científicos como essenciais para o entendimento das dinâmicas da natureza, em escala local e planetária, Ciências Naturais promove a educação ambiental, em todos os eixos temáticos. Reconhece o ser humano como parte integrante da natureza e relaciona sua ação às mudanças nas relações entre os seres vivos e à alteração dos recursos e ciclos naturais. Ao abordar os limites desses recursos e as alterações nos ecossistemas, aponta para o futuro do planeta, da vida e para a necessidade de planejamento a longo prazo. Reconhecendo que os desgastes ambientais estão ligados ao desenvolvimento econômico, e que estes estão relacionados a fatores políticos e sociais, discute as bases para um desenvolvimento sustentável, analisando soluções tecnológicas possíveis na agricultura, no manejo florestal, na diminuição do lixo, na reciclagem de materiais, na ampliação do saneamento básico ou no controle de poluição.

Os dois blocos de conteúdos de Saúde — “Autoconhecimento para o Autocuidado” e “Saúde Coletiva” — oferecem perspectivas sociais e ambientais que ampliam a abordagem tradicional de programas de saúde nos currículos de Ciências, cuja tônica tem sido o estudo das doenças e não o desenvolvimento da saúde. No eixo temático “Ser Humano e Saúde” considera-se, por exemplo, a importância de reconhecer e promover os recursos para o bem-estar e a saúde dos indivíduos da comunidade escolar. Também é compartilhada a concepção de saúde como produto dinâmico de relações culturais e ambientais, ambas essenciais ao crescimento e ao desenvolvimento humano. A área de Ciências Naturais também considera necessário o melhor conhecimento do próprio corpo do estudante, quando se estuda questões relativas ao corpo humano.

O conhecimento do corpo transcende sua dimensão biológica. No corpo estão inscritas a história de vida, a cultura, os desejos e as aprendizagens do indivíduo. Esta concepção, colocada por Orientação Sexual, também norteia o eixo temático “Ser Humano e Saúde” que, a cada ciclo, estabelece alcances para a discussão do corpo, da sexualidade humana e das questões de gênero.

As relações de Trabalho e Consumo podem ser trabalhadas também em Ciências Naturais, abordando-se aspectos legais, sociais e culturais ligados à apropriação e transformação dos materiais e dos ciclos da natureza pelo ser humano. São aspectos ligados à crítica ao consumismo, às diferentes oportunidades de acesso a muitos produtos, ao

conhecimento dos direitos do trabalhador e do consumidor, à apreciação das relações entre consumo e sustentabilidade, ou consumo e saúde, enfoques especificamente tratados em Trabalho e Consumo que podem ser trabalhados junto a vários temas de Ciências Naturais. É importante também sempre se referir à Ciência como atividade humana e empreendimento social e, ao cientista, como trabalhador, ambos de um mundo real, concreto e historicamente determinado.

A concepção do tema Pluralidade Cultural é reconhecer a diversidade cultural como um direito dos povos e dos indivíduos e elemento de fortalecimento da democracia. Sabe-se que o conhecimento do ambiente natural não é produto apenas de cientistas e de engenheiros, mas, de formas variadas, todos os grupos socioculturais desenvolvem e utilizam habilidades para observar fenômenos e regularidades, se localizar, medir, classificar, representar, desenhar e explicar, em função de seus interesses e necessidades. Assim, é de fundamental importância valorizar o universo cultural do estudante, pois ele aprende com os pais, os irmãos, os colegas e outros adultos, além da escola. Aprende também com filmes, televisão, rádio, discos, livros, revistas, computadores, bem como em festas, shows, eventos desportivos, quando vai aos museus ou aos jardins zoológicos, bem como com os livros escolares. Parte daquilo que aprende informalmente está incorreto, incompleto ou mal compreendido, mas a educação formal pode ajudar os alunos a reestruturar esses conhecimentos e a adquirir outros novos sem desvalorizar sua cultura. Ao contrário, o ensino de Ciências Naturais pode até mesmo incorporar elementos culturais da comunidade, envolvendo os pais e outros adultos interessados em, por exemplo, dar entrevistas aos estudantes, ensinando habilidades e investigando contribuições culturais de diferentes épocas para o conhecimento socialmente acumulado.

O professor de Ciências, antes de mais nada um educador da criança e do jovem brasileiro, reconhece os conteúdos tratados em Ética quando contribui para os estudantes desenvolverem a solidariedade, o respeito mútuo, a justiça e o diálogo com autoconfiança. É importante reconhecer que a aprendizagem de Ciências pode envolver sentimentos de ansiedade e medo do fracasso, o que, sem dúvida, é uma consequência tanto do que é escolhido para se ensinar, do modo como é ensinado, como também de atitudes apreendidas no grupo social que frequenta, ou, ainda, de pais e professores que não se sentem à vontade com a Ciência. Em vez de desprezarem esses sentimentos, os professores podem trabalhar no sentido de assegurar que os estudantes atinjam sucesso na aprendizagem, não reforçando a idéia de sucesso como acerto total, mas como progresso pessoal na superação das dificuldades. Sabe-se que a compreensão de alguma coisa nunca é absoluta e pode comportar variantes; a própria Ciência não é um conhecimento acabado, nunca está completamente “certa”. Do mesmo modo, é importante que todos os estudantes, principalmente os menos autoconfiantes, tomem consciência de seus progressos e sejam encorajados a continuar a estudar. As relações entre Ciência e Ética são ora diretas, na própria prática de investigação

e difusão do conhecimento, ora indiretas, por meio das relações entre Ciência e poder, entre Ciência e economia. O respeito à vida em geral e à vida do ser humano em particular, a democratização do acesso aos resultados práticos dos desenvolvimentos científicos, o uso da Ciência e da Tecnologia para a destruição em massa são alguns dos temas mais candentes dessa relação entre Ciência e Ética.

CIÊNCIAS NATURAIS

2ª PARTE

CIÊNCIAS NATURAIS NOS TERCEIRO E QUARTO CICLOS

TERCEIRO CICLO

Ciências Naturais no terceiro ciclo

A partir do terceiro ciclo, e principalmente no quarto ciclo, o aluno vive a juventude, podendo ampliar a participação em seu meio social e desenvolvendo uma atitude crítica que dirige tanto às relações pessoais como a outros aspectos de sua vida cultural e afetiva. Educadores especialistas do ensino fundamental, o professor ou a professora de Ciências Naturais precisam abrir o diálogo, encontrar respostas e incentivo adequados para o amadurecimento crítico de seus alunos, o que significa, geralmente, empreender trabalho em grupo, capaz de envolver e de colocar os alunos em interação social e cognitiva. A complexidade desta fase escolar exige que o professor tenha possibilidade real de realizar ensino ativo, desafiador e atualizado.

Os cursos de Ciências, por sua riqueza e diversidade em conteúdos e abordagens, podem se realizar de forma interessante e significativa para os alunos, sendo necessário ao professor possuir condições objetivas de trabalho e disposição para sua formação continuada. Pois estudam-se e ensinam-se diferentes ciências, mesmo sem possuir formação inicial em muitas delas, mas tendo perguntas para investigar e conhecendo alguns pontos de partida. Assim, pela necessidade de buscar respostas para situações reais e pela própria curiosidade, o professor planeja e desenvolve atividades para serem trabalhadas junto aos seus alunos.

Envolvido em um processo coletivo para a busca de informações e sua discussão com os colegas da área e demais membros da equipe escolar, o professor de Ciências organiza as suas próprias investigações. Reflete sobre os conteúdos que ensina e também sobre os que vai ensinar, constantemente avaliando e construindo a área de Ciências em sua escola.

Já são bem divulgadas as críticas ao ensino de Ciências centrado na memorização dos conteúdos, ao ensino enciclopédico e fora de contexto social, cultural ou ambiental, que resulta em uma aprendizagem momentânea, “para a prova”, que não se sustenta a médio ou longo prazos. Por outro lado, é sabido que aulas interessantes de Ciências envolvem coisas bem diferentes, como, por exemplo, ler texto científico, experimentar e observar, fazer resumo, esquematizar idéias, ler matéria jornalística, valorizar a vida, respeitar os colegas e o espaço físico. Assim, o conhecimento científico, que também é construção humana, pode auxiliar os alunos a compreenderem sua realidade global ou regional.

Em seu planejamento e em suas aulas, é importante que o professor de Ciências desenvolva a habilidade de dar atenção aos diferentes conceitos, procedimentos, atitudes

e valores que trabalha com seus alunos, sendo necessário prever tempo para se trabalhar com eles, seja nas atividades práticas, seja nas atividades orientadas para a reflexão.

Para tanto, a seleção e distribuição do tempo entre os conteúdos precisa ser cuidada e coerente com os objetivos propostos. Se o professor elege como meta de um segmento letivo a formação de hábitos de boa alimentação, será preferível ocupar tempo em atividades de leitura e comparação de alimentos em função de sua composição, expressa em tabelas de nutrição humana e em rótulos de alimentos industrializados, do que, digamos, em estudos detalhados sobre enzimas digestivas. A seleção de conteúdos conceituais deve ser particularmente rigorosa. Até porque, no final do século XX, não é mesmo possível trabalhar no primeiro grau com programas imensos, enciclopédicos, que cobrem exaustivamente aspectos conceituais específicos e não prevêem ensino e aprendizagem de procedimentos e atitudes, bem como a compreensão do mundo em que vivem o professor e o aluno.

Os alunos do terceiro ciclo, comparados aos do ciclo anterior, geralmente ampliaram o domínio sobre a linguagem escrita e falada. Não se pode perder de vista que, ao chegar à quinta série, é comum que o aluno fale mais e melhor do que escreva e leia. No discurso oral está a expressão mais completa de suas hipóteses explicativas para suas observações acerca dos fenômenos naturais e demais objetos de conhecimento da área de Ciências.

Assim, é essencial que o ensino seja realizado em atividades variadas que promovam o aprendizado da maioria, evitando que as fragilidades e carências se tornem obstáculo intransponível para alguns. Para o terceiro ciclo, são especialmente interessantes atividades que envolvam participação oral, como debates, dramatizações, entrevistas e exposições espontâneas ou preparadas, atividades em grupo voltadas para a experimentação, observação e reflexão. Entre estas atividades, aquelas de natureza lúdica, gestual e coletiva, ao lado das de desenho, cumprem também a função de minimizar a ruptura até mesmo afetiva do regime de professor de turma.

A escrita coletiva da classe sob a coordenação do professor é fundamental. Garante o registro das discussões e conduz a aprendizagem da escrita informativa, que inclui necessariamente a socialização das idéias e dos modos de formulá-las em textos consistentes, com a utilização de termos cujo significado é conhecido por todos e com intenção compartilhada.

Durante os diferentes exercícios, a participação do professor nas atividades é permanente. Pois os alunos de terceiro ciclo necessitam de referenciais científicos, ao seu alcance, que os orientem para observar, experimentar, ler, resumir e produzir outros registros de informação com vídeos, gravações sonoras, fotos e praticar vários métodos de análise e interpretação de problemas.

É papel do professor criar oportunidades de contato direto de seus alunos com fenômenos naturais e artefatos tecnológicos, em atividades de observação e experimentação, nas quais fatos e idéias interagem para resolver questões problematizadoras, estudando suas relações e suas transformações, impostas ou não pelo ser humano. A aquisição de

imagens de componentes e fenômenos da natureza, que pode ter se iniciado nos ciclos anteriores, continua tendo relevância nos terceiro e quarto ciclos.

Também é fundamental ao professor ouvir de seus alunos quais os significados pessoais que dão para o que se está estudando. Em resposta, o professor buscará problematizar para promover a evolução conceitual do aluno, a aprendizagem dos procedimentos e a compreensão dos valores humanos. Como nos demais ciclos, é papel do professor apresentar o marco conceitual que permite ao aluno avançar seu conhecimento sobre diferentes temas de interesse científico.

É necessário garantir tempo, também, para a discussão em classe de todos os aspectos envolvidos nos projetos, atividades e outros exercícios. Um exercício que o professor discute com os alunos e, junto com eles reformula para seu melhor entendimento terá maiores chances de garantir a aprendizagem. É um “contrato de trabalho” discutido e tratado. É um recurso para evitar a frustração dos alunos diante de trabalhos difíceis demais ou que careçam de significação pessoal e social, que o professor avalia cuidadosamente.

Uma vez estabelecido um roteiro de objetivos e atividades com a classe, os alunos participam ativamente dos exercícios, com certa independência. Exploram sua capacidade para observar, explicar e prever e, também, uma crescente habilidade manual, que lhes permite manipular materiais específicos com cuidado, como tubos de ensaio e conta-gotas, obtendo dados para comparação e análise. Quando há laboratório disponível, o aluno de terceiro ciclo poderá utilizá-lo com certa autonomia, sob orientação do professor.

A maturidade crescente já permite que a operação de máquinas, aparelhos e de sistemas simples possa ser examinada, dando oportunidade de elaboração de explicações pelos próprios alunos, as quais são registradas por eles. Quando comparadas àquelas elaboradas por seus colegas ou às apresentadas pelo professor, as idéias iniciais podem se tornar mais complexas ou se modificar.

A interpretação de gráficos e outras ilustrações, a compreensão e a elaboração de legendas são exemplos de uso da linguagem escrita que reforçam ou consolidam seu aprendizado. Mas a escrita deve ser privilegiada como registro das observações e da compreensão do mundo que os alunos estão elaborando, relativamente à simples leitura de textos, que pode conduzir à passividade e à inibição da observação e manifestação da expressão.

Com a participação essencial do professor, os alunos poderão ler e interpretar textos variados, identificando e reescrevendo determinadas informações sobre os objetos em estudo, bem como elementos narrativos e do contexto social. Como os textos não são auto-explicativos, é necessário não só listar os assuntos tratados mas hierarquizar informações, estabelecer nexos e construir relações. Isso significa que a orientação do professor é necessária para a produção de sínteses e para a pesquisa em enciclopédias ou outros textos com linguagem especificamente científica. A produção de resumos torna-se uma tarefa

difícil demais, desestimulante para o estudante de terceiro ciclo, se for desacompanhada de instrução e modelos adequados.

Neste ciclo é interessante a abordagem de aspectos da história das ciências e história das invenções tendo em perspectiva, por um lado, oferecer informações e condições de debate sobre relações entre ciência, tecnologia e sociedade e, por outro, chamar a atenção para características que constituem a natureza das ciências que os próprios alunos estão vivenciando em atividades de ensino.

A discussão de diferentes visões já permite uma primeira percepção do sentido social da construção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, esta é uma oportunidade para o desenvolvimento de valores humanos mais gerais que os da Ciência, como o gosto pelo diálogo investigativo e o respeito pela diversidade de percepções e interpretações.

A comparação entre as idéias e previsões preliminares e aquelas concluídas após a realização de investigação sobre tema determinado é importante ocasião para a valorização da aprendizagem realizada. Os alunos poderão tomar consciência da transformação, às vezes radical, na compreensão dos objetos de estudo. O planejamento de atividades específicas com esta finalidade é fundamental para que a conscientização da aprendizagem não fique subentendida ou mesmo oculta dos alunos.

Objetivos

A escolha dos objetivos de Ciências Naturais para o terceiro ciclo foi norteadada pelas considerações anteriores, pelos Objetivos Gerais e demais fundamentos destes Parâmetros Curriculares Nacionais.

Os temas de estudo e as atividades de Ciências Naturais devem ser organizados para que os alunos ganhem progressivamente as seguintes capacidades:

- reconhecer que a humanidade sempre se envolveu com o conhecimento da natureza e que a Ciência, uma forma de desenvolver este conhecimento, relaciona-se com outras atividades humanas;
- valorizar a disseminação de informações socialmente relevantes aos membros da sua comunidade;
- valorizar o cuidado com o próprio corpo, com atenção para o desenvolvimento da sexualidade e para os hábitos de alimentação, de convívio e de lazer;

- valorizar a vida em sua diversidade e a conservação dos ambientes;
- elaborar, individualmente e em grupo, relatos orais e outras formas de registros acerca do tema em estudo, considerando informações obtidas por meio de observação, experimentação, textos ou outras fontes;
- confrontar as diferentes explicações individuais e coletivas, inclusive as de caráter histórico, para reelaborar suas idéias e interpretações;
- elaborar perguntas e hipóteses, selecionando e organizando dados e idéias para resolver problemas;
- caracterizar os movimentos visíveis de corpos celestes no horizonte e seu papel na orientação espaço-temporal hoje e no passado da humanidade;
- caracterizar as condições e a diversidade de vida no planeta Terra em diferentes espaços, particularmente nos ecossistemas brasileiros;
- interpretar situações de equilíbrio e desequilíbrio ambiental relacionando informações sobre a interferência do ser humano e a dinâmica das cadeias alimentares;
- identificar diferentes tecnologias que permitem as transformações de materiais e de energia necessárias a atividades humanas essenciais hoje e no passado;
- compreender a alimentação humana, a obtenção e a conservação dos alimentos, sua digestão no organismo e o papel dos nutrientes na sua constituição e saúde.

Conteúdos

Diferentes temas e problemas poderão ser escolhidos para a composição de planos de trabalho de modo a proporcionar o desenvolvimento das capacidades expressas nos objetivos de ciclo. O professor julgará a pertinência de aprofundamento de estudo em alguns temas e a exploração mais panorâmica de outros, tomando como base os critérios de seleção de conteúdos aplicados à sua realidade, conforme o que está discutido na primeira parte deste documento.

A aprendizagem das capacidades expressas nos objetivos de ciclo não significa aprofundamento em todos os temas de estudo mencionados nos textos abaixo, uma vez que o estudo detido de alguns temas oferece esta oportunidade.

Os textos seguintes buscam explicitar os alcances dos conteúdos em cada eixo temático, apontando possíveis conexões entre eixos e com os temas transversais, tendo também o tratamento didático em perspectiva.

TERRA E UNIVERSO

No terceiro ciclo, os estudos neste eixo temático ampliam a orientação espaço-temporal do aluno, a conscientização dos ritmos de vida, e propõem a elaboração de uma concepção do Universo, com especial enfoque no Sistema Terra-Sol-Lua. Os alunos podem desenvolver um inventário de astros e fenômenos observados no Universo e construir as referências para sua orientação, assim como o ser humano foi fazendo em suas andanças pela superfície terrestre. Paralelamente, os alunos podem ir consultando outras fontes de informação, com a orientação do professor, para gradativamente ganhar visões mais amplas do Universo, tendo o planeta como participante, conforme o que está proposto na primeira parte deste documento, construindo e reconstruindo modelos de céu e Terra.

No desenvolvimento desses estudos, é fundamental privilegiar atividades de observação e dar tempo para os alunos elaborarem suas próprias explicações. Por exemplo, nos estudos básicos sobre o ciclo do dia e da noite, a explicação científica do movimento de rotação não deve ser a primeira abordagem sobre o dia e a noite, o que causa muitas dúvidas e não ajuda a compreensão do fenômeno observado nas etapas iniciais do trabalho.

Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu — o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial — e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados.

Como fez a maioria da humanidade até há 500 anos, o modelo de céu construído espontaneamente pelo aluno tem a Terra como ponto de referência central. Assim, é necessário organizar as observações dos movimentos que os alunos vêem em uma paisagem celeste que se move em relação ao horizonte, estimulando-os a elaborar suas próprias explicações, nas quais já podem incorporar algum conhecimento atual da Ciência, ao mesmo tempo em que exercitam a linguagem descritiva e o desenho de observação.

Dependendo do lugar da Terra em que o observador estiver, as trajetórias do Sol são vistas como arcos diferentes em relação ao horizonte. Assim, no Equador, a trajetória diária do Sol é perpendicular ao horizonte. Já um observador situado entre o Equador e um dos pólos observa a trajetória inclinada do Sol em relação ao horizonte. Em ambos os casos, registra-se que o Sol nasce sempre do mesmo lado do horizonte (Leste), desaparecendo no

lado oposto (Oeste). Para essa investigação, podem ser organizadas observações do horizonte em algumas horas do dia, principalmente no nascente e no poente do Sol. Após alguns dias seguidos, a regularidade dos pontos de nascente e poente, definidos como pontos cardeais Leste e Oeste, pode ficar bem marcada para os alunos.

Conforme o Sol se movimenta em relação ao horizonte, sua luz projeta sombras que também se movimentam, variando em comprimento e direção: de manhã, as sombras são compridas; com o passar das horas, vão se encurtando e, ao meio-dia, são mínimas ou inexistem. Depois disso, vão se encompridando para o lado oposto até o fim da tarde. São observações como essas que permitiram a construção de calendários pelas diferentes culturas, refletindo diferentes concepções de “Terra e Universo”, um tema a ser desenvolvido em conexão com Pluralidade Cultural.

A construção de um relógio solar é importante atividade para os alunos realizarem, discutindo o tamanho das sombras durante o dia e conhecendo como os povos antigos construíram seus relógios. As sombras do meio-dia, sempre as mais curtas, determinam a direção Norte-Sul. Um relógio desse tipo pode ser uma haste vertical bem reta espetada no chão liso, horizontal e a céu aberto, que projeta sombras diferentes nas várias horas do dia. Marcando o comprimento dessas sombras, os alunos podem elaborar explicações para o tamanho e a direção delas, compreendendo melhor a trajetória do Sol, marcando o nascente (ponto Leste), o poente (ponto Oeste) e o Norte-Sul pela perpendicular que faz a menor sombra — a do meio-dia, em relação à reta Leste-Oeste. Por conta dos fusos horários, das convenções dentro do país e do horário de verão, o meio-dia oficial nem sempre corresponde com exatidão ao meio-dia observado. Também por convenção, o Norte é definido como o ponto à frente de quem, com os braços estendidos, aponta o Leste com a mão direita e o Oeste com a mão esquerda, ficando o Sul às suas costas.

Pode-se ainda observar que a Lua aparece ligeiramente diferente a cada dia no céu, voltando a ter a mesma forma a cada quatro semanas aproximadamente, fato que foi base para as primeiras organizações do tempo. Os primeiros calendários foram lunares. A regularidade das fases da Lua é mais fácil de ser percebida que a solar, que só se repete anualmente. Além disso, enquanto o Sol só aparece durante o dia e as outras estrelas somente à noite, a Lua é visível de dia ou de noite, conforme sua fase e as condições meteorológicas. Uma primeira aproximação à compreensão das fases da Lua pode se realizar neste ciclo por meio de observações diretas durante um mês, em vários horários, com registro em tabela e interpretando observações. O primeiro referencial nesses estudos, assim como na construção de maquetes representando o Sol, a Lua e a Terra, é o lugar de onde o estudante observa a Lua, o que favorece o deslocamento imaginário posterior para uma referência a partir do Sol ou mesmo fora do Sistema Solar, por experimentos com luz e sombra.

Com a observação de todas essas regularidades o ser humano, antes de organizar cidades, já sabia que o Sol, a Lua e as estrelas participam do mesmo movimento. Esses fatos sugerem duas possíveis interpretações: ou a Terra se desloca de Oeste para Leste ou todos os astros se deslocam de Leste para Oeste. Por muito tempo prevaleceu a última

interpretação, com a Terra estática e central. Entre as várias explicações para isso, os antigos conceberam um modelo em que as estrelas, a Lua e o Sol estariam sobre uma grande esfera transparente que circundava a Terra, da qual se via apenas metade de cada vez. As estrelas eram visíveis quando o Sol se encontrava no hemisfério celeste abaixo do horizonte. A esfera se moveria para Oeste ao redor de um ponto fixo imaginário no céu.

Este modelo situou o ser humano no espaço cósmico e, ainda hoje, as convenções dele decorrentes — pontos cardeais e as 88 constelações consideradas oficialmente como regiões no mapa do céu — são as referências para os sistemas de orientação cartográfica e até mesmo para a navegação tanto aérea como marítima.

Como referência para a orientação noturna, os alunos podem observar a constelação do Cruzeiro do Sul e seu movimento em relação ao horizonte por alguns momentos, num intervalo de três ou quatro horas durante a noite. Por meio de comparações e estimativas, podem especular sobre as distâncias a que diversas estrelas se encontram da Terra e a quantidade de estrelas que não são visíveis, seguindo-se pesquisa em fontes de informação escritas.

O trabalho com escalas de distância e grandeza deve ter espaço nas aulas. Um exemplo é a construção de uma escala do sistema Terra-Sol-Lua no pátio da escola, onde se comparam as distâncias relativas entre os corpos celestes com unidades de medidas reconhecidas pelos alunos, como o metro. Embora seja possível alguma compreensão, não se pode esperar que, no terceiro ciclo, a maioria dos alunos compreendam as distâncias entre corpos celestes como aquelas entre a Terra, a Lua, a estrela Alfa-Centauro e alguma outra.

Fotografias da Lua, dos planetas e de seus satélites, bem como a forma como foram obtidas, podem ser interessantes para construir imagens do Universo e de sua investigação. O desenvolvimento de lunetas, telescópios, foguetes, satélites artificiais, naves, o pouso tripulado na Lua, e os não tripulados em Marte ou Vênus, as sondas não tripuladas indo para Júpiter, Saturno, Urano e Netuno podem se constituir em pesquisa bibliográfica de revistas e jornais para alunos de terceiro ciclo, com roteiros elaborados sob a coordenação e a orientação do professor. Visitas preparadas a observatórios, planetários, associações de astrônomos amadores, museus de astronomia e de astronáutica são muito importantes para o repertório de imagens dos alunos. Para isso, também contribuem muito as discussões a partir de filmes de vídeo, animações de computador, em que aparecem os movimentos dos corpos celestes e suas fisionomias, por meio de simulações ou de imagens enviadas por satélites e sondas. Modelos com esferas e pequena fonte de luz, simulando o sistema Terra-Sol-Lua, podem ser feitos da maneira como grupos de alunos os conceberem, ajudando-os a explicar suas próprias idéias.

Para organizar os elementos que os alunos incorporam para a transformação de seus modelos, um instrumento simples e eficaz é solicitar que desenhem representações do Universo, onde a Terra esteja presente, por várias vezes durante esses estudos. Algumas legendas ajudam a explicitar os elementos do desenho, que pode ou não ser seguido de

um texto que explique as idéias nele contidas, mas o objetivo não é saber os nomes dos astros, embora alguns alunos gostem, podendo agregá-los em seus trabalhos.

À medida que incorporam novos dados, novas informações, novos enfoques, os alunos incrementam seu próprio modelo de Universo, dentro de suas possibilidades de compreensão de espaço e tempo. Identificam algumas estrelas e constelações facilmente observadas no céu e incorporam estrelas muito distantes, planetas, satélites, meteoros e cometas a partir de dados obtidos em fontes de informação. Algumas informações além de seu nível de compreensão podem ser retomadas em outros níveis de escolaridade, sem que isso signifique proibir sua discussão, às vezes motivada pelos próprios alunos que “ouvem falar do Big-Bang”.

O ritmo cíclico do dia e noite organiza muitos dos ritmos biológicos de plantas e animais. Observar hábitos de animais diurnos e noturnos, procurar informações sobre o comportamento de plantas e outros animais no claro e no escuro e ainda relacionar essas informações com a organização diária das atividades pessoais e sociais é uma forma de contribuir para a tomada de consciência do aluno sobre a conexão entre os corpos celestes e os ritmos de vida na Terra, um tema a ser desenvolvido junto com “Vida e Ambiente”.

A Terra, a grande “nave”, deve ter lugar especial nos estudos do Universo. É necessário auxiliar os alunos a incorporarem a dimensão planetária da Terra, descentrando-se do lugar geográfico onde estão, de seu horizonte, o que é possível, mas depende da elaboração de diferentes imagens e de várias perspectivas adotadas ao longo de toda a escolaridade.

A comparação entre planetas do Sistema Solar pode ser útil. Longe de requerer descrições minuciosas, este estudo deve revelar que os planetas têm características muito diferentes da Terra, o único planeta onde são conhecidos seres vivos, graças à presença de água em estado líquido e atmosfera de gases, que possibilitam temperaturas compatíveis com a vida. Essa atmosfera, retida pela própria gravidade terrestre, possui, no seu estado atual, o oxigênio, que dá condições a uma grande diversidade de seres vivos que dele dependem, ao lado de outros que dele prescindem, como as bactérias anaeróbias.

No que se refere à compreensão da superfície e da estrutura interna da Terra, também é interessante trabalhar com modelos. Informações sobre a profundidade dos oceanos e os maiores picos de montanhas auxiliam a construção de um modelo para a superfície terrestre, com rochas e depressões preenchidas por água líquida. É interessante a comparação bem contrastante entre a superfície da Terra e o planeta como um todo, em relação à quantidade de água, outros materiais líquidos e rochas, bem como entre a atmosfera e o diâmetro da Terra.

O tipo de material que sai dos vulcões ajuda a imaginar o interior da Terra e sua estrutura, o que pode ser concretizado por desenhos ou maquetes. Pequenos textos podem acompanhá-los, para que os alunos expliquem suas idéias e para que algumas hipóteses sobre a formação do planeta possam ser elaboradas.

Quanto à forma esférica, é interessante investigar como os raios solares atingem o planeta: mais próximos de uma perpendicular à superfície na região entre os dois trópicos, e mais obliquamente nas regiões mais próximas aos pólos, o que implica distribuição da luz e calor de forma diferenciada nestes locais. Assim, temos diferentes zonas climáticas: duas regiões polares frias, uma equatorial quente e duas regiões intermediárias tropicais. Esse padrão determina a presença de diferentes faunas e floras no planeta.

As relações entre a iluminação da esfera terrestre pelo Sol, o aquecimento de toda sua superfície e a retenção de calor pela atmosfera podem ser compreendidos mediante montagem com fonte luminosa e globo terrestre ou por meio de experimento no qual estufas com conteúdos variáveis, como terra, água ou ambos, são aquecidas e suas temperaturas são comparadas àquelas alcançadas com o aquecimento de recipientes abertos. Além disso, estudos comparativos das regiões do globo com maior ou menor diversidade de plantas e animais e seus climas são muito importantes quando relacionados às condições físicas da Terra.

A água, que cobre $\frac{3}{4}$ da superfície terrestre, é essencial para todos os seres vivos e dissolve substâncias. É utilizada para processos industriais, fluindo por todo o planeta e espalhando poluição pelos mares, rios, solos e contaminando fontes subterrâneas de água doce. Porções de ar em movimento constante pela atmosfera também carregam alguns poluentes. Fatos que ocorrem em consequência desses fenômenos e que aparecem freqüentemente em jornais, demonstrando as relações entre os recursos do planeta e as atividades humanas, devem sempre ser motivo para discussões ou elaboração de murais.

O fato de que recursos como água doce, ar, solo, minerais e árvores podem ser reduzidos drasticamente pelo seu uso exagerado, inadvertido ou deliberado e que a atmosfera e o oceano têm capacidade limitada de absorver resíduos e reciclá-los naturalmente deve ser o pano de fundo das discussões. As alternativas naturais e tecnológicas para a restauração do ambiente e seus custos são importantes de serem veiculadas, ao lado das atitudes de preservação. Nessas discussões, o importante é que as idéias sobre as atitudes e os valores em relação ao ambiente circulem, cabendo ao professor fornecer mais informações e esclarecer as compreensões.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário;
- busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do sistema Solar e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo;

- caracterização da constituição da Terra e das condições existentes para a presença de vida;
- valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes.

VIDA E AMBIENTE

No terceiro ciclo, os estudos neste eixo temático podem proporcionar ao estudante a ampliação de conhecimentos sobre os ambientes e seus problemas, sobre os seres vivos, entre eles os seres humanos, e as condições para a vida. Busca-se uma melhor compreensão do fenômeno único da vida na Terra e a abordagem de estudos também apontados e ampliados no tema transversal Meio ambiente, como os ciclos naturais e o manejo ambiental.

À medida que os ambientes possam ser compreendidos como um todo dinâmico, o estudo de qualquer aspecto ou problema particular poderá suscitar questionamentos e investigações acerca de outros. Conhecimentos de importância universal podem ser trabalhados pelo professor com seus alunos em diferentes abordagens. Entretanto, garantir estudos sobre o ambiente onde vive o aluno é um recurso essencial à cidadania. Além disso, é importante que os alunos entrem em contato direto com o que estão estudando, de forma que o ensino dos ambientes não seja exclusivamente livresco. As observações diretas, as entrevistas, os trabalhos de campo e os diferentes trabalhos práticos são atividades básicas.

A comparação entre as características de diferentes ambientes, uma prática dos ciclos anteriores, continua importante aqui, de sorte que os alunos possam ampliar a compreensão de que eles têm características comuns, tanto na composição como em seus processos, além de características específicas. Compreendem que em todos os ambientes há relações entre os seres vivos, inclusive o homem, e destes com os demais componentes (água, luz, solo, ar etc.), que estão presentes com características e quantidades diversas que podem ser consideradas particularmente, em cada ambiente estudado, para o destaque às suas especificidades. Os processos de transporte de água, de materiais do solo, de substâncias e estruturas vivas (sementes, por exemplo) por diferentes agentes em um ambiente, ou entre ambientes, também podem ser enfocados.

Estudos comparativos sobre ambientes reais de diferentes dimensões podem ser realizados com o aprofundamento no conhecimento da dinâmica dos ambientes e da interferência do ser humano na vida da Terra. A seleção de ambientes a serem comparados é importante, pois cada estudo particular proporciona enfoques específicos. Por exemplo, pode ser interessante a investigação de um local cultivado — jardim, pomar, horta etc. — comparativamente ao estudo de um campo abandonado. No primeiro ambiente, a ação humana para transformar e conter processos naturais pode se evidenciar, considerando-se

como o ser humano deve transformar o solo na preparação do cultivo, quais técnicas utilizar para combater a erosão, o problema da seleção de sementes, dos cuidados com a plantação, o controle de pragas, como é o manejo da água etc. No ambiente de campo abandonado, a reocupação do espaço pelos seres vivos colonizadores estará em foco, podendo-se a médio e a longo prazo estudar os vegetais que se instalam, como se dá sua disseminação e qual sua origem, o que proporciona uma primeira abordagem do conceito de sucessão ecológica. Na comparação entre dois ambientes, diferentes aspectos podem ser estudados: a origem dos diferentes componentes (solo, água, seres vivos), as condições de vida dos seres vivos (Onde há mais minhocas? Mais formigas? Como se explica isso? Que diferenças há, para as minhocas, viver no campo cultivado ou abandonado?), as relações entre o solo, a água, a luz e o calor (Por que o solo do campo abandonado é mais compacto? Como a erosão está controlada no campo cultivado?) e as possíveis relações ecológicas que se estabelecem, podendo-se chegar em alguns casos a estudos de cadeias alimentares em cada um deles. As duas investigações solicitam atividades de visitação repetida, planejada e orientada pelo professor, que organiza com os alunos os problemas que serão trabalhados.

Neste ciclo, os estudos sobre os seres vivos precisam ser detidamente examinados. Por tradição, grande parte de nossos currículos encontra-se presa a esquemas de classificação biológica baseados em uma Sistemática que se fundamenta nas semelhanças morfológicas entre as espécies. Os seres vivos são apresentados a partir de agrupamentos da Sistemática (reinos, filos ou divisões, classes, g neros etc.), enfatizando-se a descrição de sua morfologia e fisiologia. Extensa nomenclatura está no cerne destas propostas curriculares. Nelas, as classificações são tomadas como unidades estanques, desconhecendo-se os atuais debates científicos deste campo de conhecimentos.

Com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e, inclusive, dos equipamentos que permitem observações e descrições cada vez mais acuradas, as classificações biológicas estão em constante transformação. Hoje, para a tarefa de classificação, os cientistas contam com técnicas de estudo que permitem identificar os parentescos não apenas em relação às semelhanças morfológicas, mas também com base na história evolutiva de um grupo. Já não basta a semelhança morfológica — não é qualquer semelhança que determina parentesco. Hoje existem várias escolas de Sistemática que adotam métodos diferentes, mas de maneira geral, todas elas têm como pressuposto a Teoria da Evolução.

O contato dos alunos de terceiro ciclo com a diversidade dos seres vivos baseada unicamente nas descrições morfológicas e fisiológicas de grupos biológicos não poderia ser mais desastroso. Se forem cobrados na aprendizagem numerosos nomes e definições, que para a maioria deles não têm o menor significado e apenas decoram para a prova, chegam a desenvolver repúdio a todo este conhecimento e a desvalorizar suas reais curiosidades acerca dos ambientes e dos seres vivos. Esse tratamento raramente acrescenta conhecimentos sobre os papéis dos diferentes seres vivos nos ambientes em que vivem, ou convida os alunos a discutir por que e para que as classificações biológicas existem.

Ao contrário, a aprendizagem sobre a diversidade da vida pode ser significativa aos alunos mediante oportunidades de contato com uma variedade de espécies que podem observar, direta ou indiretamente, em ambientes reais, considerando-as como um dos componentes de sistemas mais amplos. São pesquisas que devem proporcionar aos alunos conhecimentos sobre as formas e as funções do corpo relacionados aos hábitos e habitats de seres vivos, contribuindo para formar um painel amplo e interessante sobre a vida na Terra. As fontes de informação a serem trabalhadas com os alunos serão as imagens reais de ambientes e os textos descritivos e narrativos sobre os ambientes e os seres vivos, inclusive trechos de textos históricos de naturalistas do passado. Sob esse enfoque podem ser examinados os seres vivos no ambiente de jardim, de praça ou de parque; de campo cultivado ou abandonado, mencionados acima; de casas, apartamentos, ruas e rios das cidades; determinados ambientes aquáticos e terrestres; coleções de animais ou plantas de diferentes ambientes brasileiros; os animais de zoológico; seres vivos dos pólos e dos desertos etc.

O registro por meio do desenho de observação é um recurso fundamental em Ciências Naturais, que os alunos podem conhecer e praticar nos estudos dos seres vivos. São registros que progressivamente ganham rigor e precisão, conforme são corrigidos pelo professor em estratégias grupais ou individuais, tomando-se como referência a confrontação entre o objeto original e o registro produzido. Assim, alguns detalhes da anatomia externa dos seres vivos se tornam mais conhecidos dos alunos, que poderão também questionar e conhecer elementos da nomenclatura descritiva biológica. Ao lado da produção de seus próprios textos descritivos e narrativos sobre os componentes e o funcionamento dos ambientes, os desenhos de observação ganham destaque.

Os alunos poderão organizar os conhecimentos sobre os seres vivos agrupando aqueles observados e pesquisados mediante critérios por eles determinados. Ao serem convidados para separar grupos de animais, por exemplo, poderão considerar aspectos específicos do corpo (anatomia externa, como a presença ou ausência de olhos, de pernas, de carapaça, de asas etc.), elementos de anatomia interna (presença de pulmões, traquéias ou brônquias e de esqueleto), os habitats (lugar úmido embaixo de pedra ou tronco caído, em poça d'água etc.) e os comportamentos — hábitos diurnos ou noturnos, de reprodução, de alimentação, de construção de abrigos etc. É um processo que permite o trabalho com esquemas e pequenas chaves de classificação, produzidos pelos alunos e sob a condução do professor, ao lado da sistematização de conhecimentos sobre adaptações à vida aquática ou terrestre, sobre grupos de animais e de plantas. Além disso, as classificações propostas pelos alunos podem ser comparadas às classificações científicas e seus critérios de agrupamento dos seres vivos em questão.

A caracterização dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, presentes em diferentes ambientes, representa avanço significativo no reconhecimento dos componentes vegetais das paisagens, permitindo uma descrição interessante da vegetação e a identificação, em alguns casos, de diferentes fases do processo de recomposição do ambiente natural. A descrição e comparação de plantas significativas de determinados ambientes estudados

também é importante, e oferece um repertório para o reconhecimento da existência de plantas que não têm semente e de outras que as têm.

Quanto aos animais, a distinção entre diferentes grupos sistemáticos é possível, mas depende de quais estudos foram realizados pelos alunos. Por exemplo, à beira-mar, entre outros aspectos pode ser relativamente fácil para os alunos conhecer os animais da comunidade entre-marés, constituída por numerosos crustáceos (cracas, lígias), moluscos (caramujos e mexilhões), celenterados (anêmonas) e peixes, entre outros. Poderão observar que nem todos os seres vivos têm estrutura de sustentação, e que quando estas estruturas são encontradas elas podem ser internas em alguns e externas em outros.

Já em florestas brasileiras são significativos os insetos, as aranhas, as minhocas e os vertebrados, como roedores e vários primatas, além das aves. No Pantanal, são mais representativas as aves, além dos peixes e dos jacarés. Em várias regiões do Brasil as onças (único grande mamífero predador que encontramos em diferentes ecossistemas do país), as cobras ou as aves de rapina são representantes dos últimos níveis tróficos das cadeias alimentares. Observe-se que o estudo dos seres vivos em seus ambientes permite o conhecimento de uma série de particularidades (morfológicas, fisiológicas e de comportamento) significativas para o estudante, quando comparados aos detalhes morfológicos valorizados nas abordagens mais usuais.

A sistematização sobre as cadeias alimentares dos ambientes investigados é conduzida pelo professor, apontando que todas as cadeias alimentares começam pelas plantas, seguindo-se os consumidores em duas ou três ordens, os necrófagos e os decompositores, que se associam a todos os elos da cadeia. A interdependência alimentar entre os seres vivos é um conhecimento fundamental no terceiro ciclo, e a classificação dos seres vivos de acordo com seu papel na cadeia alimentar é prioritária, um conhecimento ao alcance dos alunos. Também poderão compreender que as substâncias são transferidas em cada elo da cadeia. Entretanto, o entendimento de transferência e dissipação de energia ao longo das cadeias é um enfoque difícil que pode ser deixado para o ciclo seguinte.

Estudos específicos sobre a decomposição podem se desenvolver de modo muito interessante, por meio de experimentos variados, em conexão com o eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, onde se propõem estudos sobre a produção e a decomposição de alimentos. Neste ciclo, os alunos poderão melhorar a compreensão de que parte dos materiais presentes no solo são provenientes da decomposição de restos de seres vivos, ou de organismos mortos, mediante a ação de fungos, visíveis ou invisíveis a olho nu, e de bactérias. Devem entender que, em todo o planeta, organismos estão crescendo, morrendo, sendo decompostos e, conseqüentemente, materiais estão sendo devolvidos ao solo ou à água em uma seqüência de eventos que se denomina ciclo dos materiais. O enfoque mais detalhado sobre os diferentes ciclos biogeoquímicos terá melhor lugar no quarto ciclo.

A interpretação de problemas relacionados com alterações nas cadeias alimentares, sob orientação do professor, preferencialmente problemas reais dos ecossistemas brasileiros,

está ao alcance dos alunos, que começam a raciocinar, também, sobre as relações entre populações de seres vivos e não apenas entre indivíduos de um determinado ambiente. As alterações nas comunidades dos ambientes decorrentes do controle de pragas, das queimadas, dos desmatamentos, da construção de barragens das hidrelétricas ou da ocupação urbana e diferentes formas de poluição devem ser examinadas.

Os diferentes ambientes brasileiros podem ser estudados, procurando-se focar as principais características que lhes conferem identidade, com atenção para a diversidade da vida. São estudos complementares àqueles realizados em Geografia, que permitem aos alunos construir uma caracterização geral dos principais ecossistemas, inclusive aqueles em desaparecimento, como as florestas, os campos e ambientes aquáticos.

Neste sentido, é importante a caracterização de cadeias alimentares e de outras relações biológicas, do solo, do relevo, da presença da água, inclusive o regime de chuvas e da posição no continente, ao lado de investigações sobre a ocupação humana e as transformações dela decorrentes. É fundamental a coleta, a organização, a interpretação e a divulgação de informações sobre transformações nos ambientes brasileiros provocadas pela ação humana, particularmente na região em que o aluno vive. Um panorama das grandes questões ambientais brasileiras já pode estar presente no repertório de conhecimentos dos alunos, iniciando-se a investigação dos custos ambientais e benefícios sociais em determinados processos. Em conexão com o tema transversal Meio Ambiente, desenvolvem-se estudos sobre medidas de proteção e recuperação do ambiente.

Ao trabalhar com os seres vivos dos diferentes ambientes brasileiros, busca-se identificar quais os introduzidos pelo ser humano (animais de rebanho, plantas de reflorestamento) e quais são nativos; quais os vegetais, animais carnívoros e quais os herbívoros característicos, relacionando-os em cadeias alimentares; quais os que têm significação econômica e por quê; quais os seres vivos ameaçados de extinção e por quê. As relações entre os seres vivos e outras características do ambiente também são interessantes, estudando-se as adaptações dos seres vivos a hábitos diurnos ou noturnos, à vida terrestre ou aquática, os modos como animais de vida social se organizam etc.

É possível a retomada ou a introdução dos estudos sobre solo já apontados para o segundo ciclo, onde se enfoca a possibilidade de os alunos estudarem a composição, as condições de fertilidade e erosão ou preservação de solos de diferentes origens. No terceiro ciclo, os estudos das características dos solos estão voltados à compreensão da sua profunda integração com o regime de chuvas, com a formação do relevo e da vegetação e com as decorrências da ocupação humana nos biomas brasileiros.

O problema da origem da vida e a busca de explicações para a diversidade dos seres vivos podem ser introduzidos no terceiro ciclo. Os alunos podem entrar em contato com o assunto e comparar diferentes explicações sobre a existência da vida e do ser humano, de diferentes origens culturais, como as explicações de culturas antigas, as explicações bíblicas e dos índios brasileiros, uma perspectiva que pode ser melhor discutida incorporando-se

conhecimentos do tema transversal Pluralidade Cultural. Em Ciências Naturais, evidentemente, serão destacadas explicações evolucionistas. Os alunos devem considerar a existência dos fósseis, seus processos de formação, as formas de vida extintas e outras muito antigas ainda presentes no planeta. O fato de os fósseis serem evidência da evolução é algo compreensível ao aluno de terceiro ciclo, mas elementos das teorias lamarckista e darwinista poderão ser introduzidos apenas no quarto ciclo, quando os alunos terão melhores condições para iniciar este debate.

Os alunos podem ter conhecimentos sobre as formas de vida do passado, em especial dos fósseis, que afloram em diversos lugares do Brasil, e de formas de vida extintas, como os dinossauros, por exemplo. Na medida do possível, o professor introduz o assunto valendo-se dos recursos locais, de fácil acesso, sugerindo o estudo do passado da área, pesquisando-se os registros mais antigos que possam ser encontrados no ambiente ou mesmo em fontes documentais. Embora os contextos sul-americanos possam ser priorizados, é importante que se perceba que existem padrões de mudança evolutiva em todo o planeta. O estudo aprofundado dos mecanismos de diferenciação genética não se faz necessário no ensino fundamental, mas os estudantes podem ser incentivados a perceber a grande variabilidade das populações e a atuação da seleção natural em casos específicos, mesmo que hipotéticos. A seleção natural pode ser estudada por meio das evidências de vantagem adaptativa em exemplos reais. Por exemplo, pode-se mostrar a relação entre o sucesso reprodutivo de uma espécie e sua camuflagem no ambiente ou comparar padrões de coloração em presas e predadores.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- coleta, organização, interpretação e divulgação de informações sobre transformações nos ambientes provocadas pela ação humana e medidas de proteção e recuperação, particularmente da região em que vivem e em outras regiões brasileiras, valorizando medidas de proteção ao meio ambiente;
- investigação da diversidade dos seres vivos compreendendo cadeias alimentares e características adaptativas dos seres vivos, valorizando-os e respeitando-os;
- comparação de diferentes ambientes em ecossistemas brasileiros quanto a vegetação e fauna, suas inter-relações e interações com o solo, o clima, a disponibilidade de luz e de água e com as sociedades humanas;
- investigação de diferentes explicações sobre a vida na Terra, sobre a formação dos fósseis e comparação entre espécies extintas e atuais.

SER HUMANO E SAÚDE

A compreensão do corpo como um todo e da saúde humana, integrados pelas dimensões orgânica, ambiental, psíquica e sociocultural, é importante perspectiva deste eixo temático, desde os ciclos anteriores, e foi abordada no texto introdutório ao eixo, na primeira parte deste documento. A saúde do cidadão, que vive em condições econômicas concretas, depende também da situação política de sua comunidade e da nação. É uma discussão complexa tratada nos Parâmetros Curriculares Nacionais sob diferentes enfoques nos documentos de temas transversais Saúde, Orientação Sexual, Meio Ambiente e Trabalho e Consumo que ampliam os conteúdos aqui tratados.

Apresentar aos estudantes as características do organismo humano em uma abordagem comparativa aos demais seres vivos traz vantagens a serem consideradas. Cobertas por camadas de socialização, história e cultura, algumas vezes nossas características biológicas tornam-se reconhecíveis só quando as vemos em outros seres vivos. Também por compreendermos cada vez melhor nossa dependência em relação aos outros seres vivos na biosfera, é fundamental que nossa integridade individual seja considerada em sistemas mais amplos, como o ambiente local ou planetário e as sociedades humanas.

Em estudos associados ao eixo temático “Vida e Ambiente”, os estudantes podem investigar o corpo e o comportamento dos seres vivos, compreendendo que diferentes organismos, desde as plantas, os menores invertebrados e outros mais semelhantes ao ser humano, realizam as funções vitais essenciais para a manutenção da vida durante seu ciclo — a obtenção do alimento, o aproveitamento de sua energia, o crescimento (ou reposição de tecidos) e a reprodução.

Ao examinarem diferentes cadeias alimentares que têm ou não a participação humana, os alunos ampliam a compreensão de como as atividades humanas alcançam e ocupam diferentes ambientes. Podem compreender, também, que a obtenção de alimentos depende de processos culturais e do trabalho humano, que está presente em cada alimento que consumimos. São processos especificamente tratados em conexão com o tema transversal Trabalho e Consumo e o eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, podendo ser trabalhados juntamente com o processo de decomposição, destacado no eixo “Vida e Ambiente”.

Já no segundo ciclo, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais apontam como objetivo a capacidade de o estudante “compreender o alimento como fonte de matéria e energia para o crescimento e manutenção do corpo, e a nutrição como conjunto de transformações sofridas pelos alimentos no corpo humano: a digestão, a absorção e o transporte de substâncias e a eliminação de resíduos”. No terceiro ciclo este objetivo pode ser ampliado, pois os estudantes poderão distinguir diferentes tipos de nutrientes, seus papéis na constituição e saúde do organismo, conforme suas necessidades, e reconhecer aspectos socioculturais relativos à alimentação humana, como a fome endêmica e doenças resultantes de carência nutricional (protéica, vitamínica e calórica).

Interpretando informações encontradas nos rótulos dos alimentos comercializados e tabelas nutricionais, os estudantes podem identificar a oferta de energia e de nutrientes contidos em todos os tipos de alimentos, compará-los em termos das quantidades de energia, relacionadas às composições de lipídios, proteínas e glicídios, bem como à presença de vitaminas, água e minerais. Paralelamente, estudam o papel dos diferentes nutrientes no organismo (plásticos, energéticos ou reguladores). Esses estudos devem auxiliar os estudantes a se tornarem consumidores mais atentos em relação à composição, à propaganda, às datas de validade, ao estado de conservação e às possibilidades alternativas de consumo de alimentos menos descaracterizados e mais saudáveis. Os direitos do consumidor, conteúdo de Trabalho e Consumo, é um importante foco nesses trabalhos.

Analisando a composição e o equilíbrio de dietas hipotéticas de pessoas com distintas características etárias e socioculturais, ficcionais ou reais, os estudantes podem refletir sobre os hábitos e as possibilidades reais de alimentação, em comparação às necessidades para a manutenção da saúde. Podem também comparar, por via de tabelas, as necessidades diárias em função da idade, sexo e atividade que uma pessoa realiza.

Nestes estudos, um importante foco está nos hábitos alimentares dos próprios estudantes, para que possam identificá-los e avaliá-los. Parece óbvia a recomendação de uma boa alimentação para a saúde, mas, para que tenha real significado e não seja mais uma regra ideal prescrita aos estudantes, é necessário que seja vinculada à reflexão sobre as suas condições de vida e as de outras pessoas, bem como sobre o equilíbrio dinâmico dos processos de saúde-doença que todos vivemos. Conforme já se apontou no texto de introdução ao eixo temático e no tema transversal Saúde, o ensino e a aprendizagem sobre a máxima utilização dos recursos disponíveis em sua região e a ativa participação na produção e aproveitamento de alimentos devem ser valorizados na escola por meio de projetos especiais com este objetivo.

A partir de dados estatísticos, é importante refletir sobre o problema muitas vezes apontado como o mais vergonhoso da civilização humana, que é a fome, a falta de acesso aos alimentos por uma grande parte da população brasileira e demais países do Terceiro Mundo ou sua distribuição muito desigual, gerando a fome endêmica, que é a alimentação inferior às necessidades diárias ou a alimentação insuficiente (ou ausência) de determinados nutrientes, originando carência alimentar e estados de degradação humana que daí decorrem.

Destacam-se, também, estudos sobre a produção e a oferta de alimento no Brasil e no planeta, sobre a influência das dietas reais para nossa saúde, sobre o valor nutritivo dos alimentos consumidos, sobre a manutenção e transformação das nossas culturas pelos hábitos alimentares, sobre o papel da mídia no incentivo ao consumo de alimentos industrializados e desvinculados das necessidades nutricionais diárias, bem como as conseqüências do uso de agrotóxicos e dos aditivos alimentares para conservação e alteração das características do alimento, conteúdos também abordados em Saúde e Trabalho e Consumo.

A partir das idéias que os estudantes têm para compreender a digestão dos alimentos no seu próprio organismo, é necessária a construção de uma representação, inclusive em visão tridimensional, do sistema digestório no corpo humano, seus órgãos e anexos (glândulas salivares, fígado, vesícula biliar, pâncreas), com a ajuda de atlas e modelos anatômicos ou informática. Aqui, a comparação entre vários aparelhos digestórios, com destaque para o das aves e o dos mamíferos ruminantes, com as especificidades nas formas e nas funções, pode facilitar a compreensão do sistema digestivo. Ao se trabalhar os alimentos e os processos mecânicos e químicos da digestão, testes e experimentos são importantes para serem vivenciados e refletidos mediante problematizações, por exemplo, sobre a composição dos alimentos, sobre o papel da saliva na digestão, entre outros.

Idéia central a ser trabalhada com os estudantes é a de que os nutrientes são a fonte da energia e das substâncias de construção para todo o corpo, os quais, associados à água, são absorvidos pelos capilares e chegam às células de todos os tecidos do corpo pela circulação, um padrão comum entre os animais com sistema circulatório. Torna-se muito importante indicar o contato dos capilares sanguíneos com o tubo digestivo e outros tecidos do corpo, seu papel na troca de substâncias entre os tecidos, constituídos por células, e o sistema circulatório, apontando-se, também aqui, os modos como diferentes sistemas se integram no corpo.

Não tem significado para os estudantes do terceiro ciclo estudar funções e estruturas internas da célula, mas sim seu papel como componente fundamental dos tecidos de um modo geral. A observação direta dos tecidos e órgãos de outros animais poderá ajudar o estudante a imaginar órgãos e sistemas do corpo humano, auxiliado também por outros recursos de observação indireta. Antes que os estudantes possam sistematizar e dar significado à relação de inclusão entre sistemas, órgãos, tecidos e células, é necessário, em várias ocasiões, facilitar a comparação entre as dimensões dos sistemas, órgãos e tecidos visíveis a olho nu e porções de tecidos compostos por células só visíveis ao microscópio.

A observação direta de órgãos e tecidos dos vertebrados, adquiridos já abatidos no comércio local, permite a visualização direta e o estabelecimento de analogia com as estruturas do corpo humano. A dissecação de um peixe ou de uma galinha oferece a visualização do tubo digestivo, da espinha dorsal, da posição do encéfalo, aspectos que são compartilhados pelos diferentes vertebrados, além de explorações específicas para o conhecimento dos peixes (número e posição das nadadeiras, presença de brânquias, pele recoberta por escamas, quando for o caso) e das aves (presença de penas, moela etc.). Na dissecação de galinha também pode-se observar os pulmões, que têm semelhanças e diferenças em relação aos humanos. A estrutura esquelética da ave também pode ser examinada e comparada à do ser humano, observando-se músculos e tendões, suas ligações com os ossos, e o fato de todas essas estruturas tornarem possível o movimento.

Os estudantes podem ampliar conhecimentos sobre o sistema de sustentação de nosso organismo e de outros animais, por meio da observação e exame externo de alguns de seus músculos e ossos em repouso e em movimento; a mesma observação em cachorros,

gatos, galinhas. Também apoiados em observações de radiografias, comparadas às figuras de atlas anatômicos, no toque na coluna vertebral de si mesmo, dos colegas e de outros vertebrados, os estudantes ampliam sua compreensão em relação ao grupo dos vertebrados em oposição aos invertebrados, com esqueleto externo ou apenas músculos. Também é necessário estabelecer as relações entre os sistemas circulatório, respiratório e locomotor quando se compara o funcionamento de um organismo em repouso e em movimento, para retomar-se a idéia de inter-relação entre sistemas em estudos sobre a locomoção.

A constituição dos biótipos do ser humano, junto com Pluralidade Cultural, e a importância da prática de esportes e desenvolvimento de boa postura, com Educação Física, também são conteúdos de interesse ao se abordar o sistema de sustentação do corpo ou junto dos conhecimentos sobre as características, comportamentos e necessidades das diferentes fases da vida humana, apontados mais ao final deste texto.

Ainda pode-se ampliar muito as visões sobre as várias dimensões do corpo humano. É necessário estabelecer as relações dos vários sistemas entre si e com os processos mentais, as emoções, os pensamentos e as intuições, para que nosso corpo seja compreendido como unidade. Os aspectos emocionais estão geralmente ausentes, como se o corpo e a mente humanos fossem entidades diferentes e estanques. Mesmo em se tratando de alimentação ou de locomoção, o professor pode sublinhar a participação dos processos mentais no seu funcionamento, facilitando o entendimento do corpo como um todo.

É necessário tornar evidente essa dimensão do ser humano nas ações cotidianas dos estudantes na escola e na sua relação com o grupo e com os adultos. Discutir em muitas situações que as pessoas sentem e reagem diferentemente, que há caminhos que trazem mais bem-estar e felicidade, que o comportamento das pessoas é influenciado tanto por condições internas (bem-estar físico e mental) como externas (história pessoal, valores). É necessário também refletir sobre as causas que provocam sentimentos muito fortes, sejam agradáveis ou desagradáveis, pois auxilia a tomada de consciência das relações que existem entre emoções fortes e comportamentos de risco, como violência, uso de drogas ou mesmo gravidez indesejada.

Essas questões, relegadas em segundo plano nas ações educativas em geral, se evidenciam com contundência nos conteúdos ligados à reprodução humana. No terceiro ciclo, alunas e alunos estão preocupados com as transformações de seu corpo. A tendência real que se verifica em relação à gravidez de risco e à disseminação do vírus da Aids torna absolutamente relevante o tratamento desses tópicos no terceiro ciclo, ao contrário do que se avaliou no passado.

Ao trabalhar sobre reprodução e sexualidade, é essencial que o professor reconheça as dúvidas dos estudantes, as representações que eles já fazem sobre os sistemas reprodutores humanos masculino e feminino e aspectos psicológicos envolvidos por intermédio do que falam, escrevem ou desenham. As discussões sobre as emoções envolvidas na sexualidade, como os sentimentos de amor, amizade, confiança, auto-estima,

desejo e prazer são importantes, se não tiverem como objetivo a prescrição de normas de conduta ou a moralização do discurso, mas sim a circulação de idéias e opiniões, baseada no respeito mútuo. Uma abordagem ampliada sobre as relações entre as pessoas e a formação da identidade de gênero, entre outros aspectos de interesse, encontra-se em Orientação Sexual.

São importantes os estudos sobre o crescimento e o amadurecimento sexual durante a puberdade, o surgimento de características sexuais secundárias, a possibilidade de gravidez decorrente do ato sexual, associada a eventos da ejaculação e do ciclo menstrual, bem como a utilização e o funcionamento de preservativos. Pesquisas orientadas em atlas anatômicos, leitura e produção de texto, trabalhos com vídeos e animações em computadores são recursos importantes. As informações devem ser claras e objetivas, combatendo preconceitos que atrapalham o desenvolvimento da sexualidade, na perspectiva de uma convivência solidária, buscando-se tranquilizar os estudantes, trabalhando-se com profundidade compatível as suas dúvidas, mas sem sobrecarregá-los com detalhes anatômicos e fisiológicos. Ao destacar atitudes e valores relativos à sexualidade, é importante que atividades específicas sejam desenvolvidas, como debates, produção de cartazes e textos, dramatização e outras que enfoquem temas dessa natureza, cuidando-se para que sejam bem definidas e compreendidas pelos estudantes.

Quanto à Aids e outras doenças sexualmente transmissíveis, a abordagem deve ser inicial e esclarecedora, trabalhando-se os preservativos como método prático de contracepção e o único método que pode ser associado à prevenção de doenças. Quanto ao estudo da Aids, neste ciclo, pode-se abordar as formas de contágio, a associação da síndrome com múltiplos sintomas e manifestações decorrentes de infecções oportunistas e as formas de tratamento dos doentes, para manter sua dignidade como ser humano, deixando-se estudos mais aprofundados para o ciclo seguinte.

Ao focar o desenvolvimento característico da puberdade é o momento de retomar ou introduzir estudo sobre o ciclo vital humano, focado no primeiro ciclo, buscando-se caracterizar a puberdade como uma das etapas da vida do ser humano. Recém-nascido, bebê, criança, adolescente, adulto e idoso têm características de corpo e de comportamento, papéis sociais, responsabilidades, expectativas, desafios e talentos individuais a vivenciar e dificuldades a superar, que podem ser investigadas pelos estudantes por meio de recursos como as entrevistas e outras formas de busca de informações. É interessante situar a puberdade dentro de um período maior de vida, enfatizando-se o sentido de futuro e de passado que cada uma das etapas da vida humana comporta.

Este é um momento específico de abordar o papel da cooperação entre membros da família e outros grupos, enfatizando-se que o desenvolvimento do ser humano também depende das relações estabelecidas com o outro, pois não pode ser entendido sem sociedade e sem cultura. O ser humano organiza-se em vários grupos sociais (família, amigos, escola, cidade, país) com os quais interage de várias formas. Diferentemente de outros seres vivos, ele pode deliberar sobre mudanças e comportamentos sociais, havendo vários padrões de

sociedade que diferem de um lugar para outro, nos tempos e nas culturas, o que torna o mundo social um ambiente bastante complexo e dinâmico. Pode-se, então, aprender que toda essa diversidade torna a experiência humana mais rica, quanto menos se estiver preso a estereótipos de comportamento e quanto mais houver tolerância com pessoas e grupos diferentes de si mesmo.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- distinção de alimentos que são fontes ricas de nutrientes plásticos, energéticos e reguladores, caracterizando o papel de cada grupo no organismo humano, avaliando sua própria dieta, reconhecendo as conseqüências de carências nutricionais e valorizando os direitos do consumidor;
- compreensão de processos envolvidos na nutrição do organismo estabelecendo relações entre os fenômenos da digestão dos alimentos, a absorção de nutrientes e sua distribuição pela circulação sanguínea para todos os tecidos do organismo;
- caracterização do ciclo menstrual e da ejaculação, associando-os à gravidez, estabelecendo relações entre o uso de preservativos, a contracepção e a prevenção das doenças sexualmente transmissíveis, valorizando o sexo seguro.

TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Ao longo do terceiro ciclo podem ser aprendidos os princípios operativos dos equipamentos, aparelhos, sistemas e processos de natureza tecnológica, especialmente aqueles presentes na vida doméstica e social dos alunos, de maneira mais ampla e mais elaborada do que se poderia fazer nos dois primeiros ciclos. Mediante diversas investigações e enfoques, os alunos poderão identificar que diferentes tecnologias, recentes ou antigas, permitem as transformações de materiais e de energia necessárias a atividades humanas essenciais, como a obtenção de alimentos, a manufatura (cerâmica, vestuário, construção etc.), o transporte, a comunicação e a saúde.

Assim, ao selecionar temas de trabalho deste eixo, como a história de determinadas invenções, a produção de determinados bens de consumo e o funcionamento de certos aparelhos e sistemas, é interessante estabelecer conexão com os estudos da transformação do ambiente e de seus componentes pelo ser humano, com o conhecimento da vida social, da saúde humana e do Universo, apontados nos demais eixos dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais e em temas transversais. Os conceitos centrais a se trabalhar e sistematizar são conservação e transformação da energia e transformação dos materiais e substâncias.

Os estudantes podem reconhecer as tecnologias que existiam antes do advento da eletricidade e que ainda estão presentes no cotidiano, como os equipamentos que utilizam os princípios das máquinas simples, os equipamentos de caça e pesca (redes, lanças), os equipamentos culinários (panelas, fogões) e aqueles que usam energia do movimento do ar, da água e dos animais (moinho, monjolo, arado e barco a vela), entre outros. Além de investigarem sua utilidade e princípios de funcionamento, os estudantes poderão comparar estes equipamentos a outros atuais, mais sofisticados e de mesma finalidade, quanto à qualidade das soluções obtidas e outras vantagens ou problemas ligados ao custo econômico, ao ambiente e à saúde do ser humano. Igualmente são importantes estudos comparativos dos materiais ancestrais utilizados ainda hoje, como a cerâmica, as fibras naturais e as madeiras, com materiais desenvolvidos recentemente, como os plásticos, os polímeros, as fibras sintéticas e os acrílicos.

É interessante o reconhecimento de que diferentes tecnologias, ainda hoje utilizadas, tiveram seus princípios inventados há muito tempo e que seu advento modificou a vida das comunidades humanas, interferiu no ambiente, no desenvolvimento social e, até mesmo, na compreensão do mundo. Sob estes enfoques podem ser investigadas tecnologias que marcaram época, como, por exemplo, o domínio do fogo e a utilização de instrumentos, como a roda e o arado, na revolução do Neolítico, da bússola nas grandes navegações, da luneta na observação do céu na Renascença. Também técnicas artesanais ou domésticas, ligadas ao preparo de alimento e outros bens de consumo, com impacto social menos visível, bem como algumas tecnologias importantes no cotidiano oferecem exemplos a serem investigados. Assim, é possível uma primeira abordagem da idéia de tecnologia como componente essencial das culturas dos povos tradicionais e de seu próprio cotidiano, uma perspectiva que dá espaço para a transversalidade de Pluralidade Cultural.

Durante as investigações, é possível a vivência e a aprendizagem de diferentes procedimentos. São interessantes a observação direta de uma máquina funcionando, seu desmonte para observação e descrição de componentes e a busca de informações por meio de entrevistas com técnicos ou pessoas da comunidade que se disponham a prestar esclarecimentos. Os testes de reconhecimento de substâncias e de suas propriedades, de caracterização e separação de misturas serão úteis nos estudos sobre materiais, ao lado de outras fontes de informação. Por exemplo, pode-se preparar e reciclar papel fazendo uso de diversas matérias-primas e comparar as propriedades do papel produzido (mais ou menos permeável, resistente, flexível), levantando e testando hipóteses sobre as propriedades da matéria- prima (mais ou menos goma, água e celulose), ao lado da leitura sobre reciclagem.

Esses temas de trabalho, como vários outros neste eixo temático, são oportunidades para contextualizar a abordagem das medidas das grandezas envolvidas. Pode-se então estudar as unidades convencionadas como parâmetro para massa, para volume e para superfície, por exemplo. A coleta de dados quantitativos utilizando instrumentos de medida é própria destes estudos, seguindo-se a organização de tabelas e gráficos. Ao colocar-se os dados quantitativos em relação, também ampliam-se as possibilidades de compreensão da

situação descrita numericamente. São estudos que se enriquecem quando trabalhados junto com a área de Matemática.

Deve ser preservado, ainda, o caráter lúdico do aprendizado, que nos ciclos anteriores caracterizava, por exemplo, as atividades de coleção e de classificação de aparelhos segundo critérios espontâneos dos estudantes. Tais atividades podem ser retomadas e ampliadas, dando-se oportunidade à crescente curiosidade e à capacidade de percepção e abstração do estudante, bem como a investigação dos conceitos envolvidos no funcionamento de vários aparelhos de uso diário e produção dos materiais e substâncias de uso diário.

O próprio sentido das coleções e classificações pode ir se tomando mais abstrato. Ao compreender o sentido da ampliação de forças por uma alavanca, por exemplo, a classe pode ser desafiada a encontrar e colecionar exemplos de alavancas, implicitamente presentes em equipamentos e ferramentas, tais como maçanetas, chaves e alicates. Assim, além dos critérios espontâneos de classificação dos equipamentos, o professor também apresenta e discute critérios variados para a coleção e classificação, a fim de evidenciar e sistematizar conhecimentos. Entre os critérios de identificação e classificação de equipamentos, destacam-se: as formas de energia que utilizam como fonte, as energias que resultam de seu funcionamento, e a atividade humana a que se prestam.

Para os materiais, serão interessantes as identificações e classificações segundo a origem das matérias-primas que entram em sua composição, elementos do processo produtivo, usos e outras características. Por exemplo, um conjunto de peças de vestuário, inclusive de diferentes culturas e épocas, pode ser classificado segundo a origem do material empregado, se animal, vegetal ou sintético, o que também dá margem à discussão do que é natural ou é sintético, isto é, se foi obtido por meio do conhecimento químico.

Um conjunto muito variado de equipamentos motorizados pode ser examinado e classificado utilizando-se diferentes critérios em função do motor empregado, elétrico ou a combustão, ou em função de seu uso final, como veículos de transporte, como máquinas industriais ou agrícolas. Elevadores e trens seriam dois exemplos de veículos usualmente impulsionados por motores elétricos, enquanto motores a gasolina poderiam ser encontrados em moto-serras ou em motocicletas. Os estudantes identificam a transformação de energia elétrica em mecânica em alguns motores e, em outros, a conversão de energia química em elétrica (pilha) e térmica, e desta em energia mecânica. Também são discutidos a conveniência econômica e os custos ambientais de diferentes fontes de energia, apontando-se aquelas que levam à dilapidação de recursos naturais, tema de interesse transversal com Trabalho e Consumo e Meio Ambiente, que também é apontado em “Ambiente e Vida” no levantamento de dados sobre a participação humana nos ambientes brasileiros.

A tecnologia da água, recurso que até há algum tempo pensou-se inesgotável, também pode ser abordada neste ciclo. Aspectos de interesse tecnológico relativos à obtenção de água limpa e à eliminação de águas servidas podem compor projetos em vários temas transversais e eixos de Ciências Naturais. A hidráulica da água limpa da casa, com suas

caixas, canos, medidores, válvulas e torneiras, ou sistemas mais simples, com os poços ou cacimbas, roldanas e baldes de puxar água, pode ser investigada juntamente com a das águas servidas, com suas pias, ralos e manilhas. Com apoio de um técnico ou prático, é interessante a observação direta de torneiras e de como consertá-las, sua presença em uso doméstico, escolar e industrial (com base em ilustrações), seguida de registro em desenho com legenda.

A presença de equipamentos hidráulicos simples, como sifões, em todos os ralos e pias de uma casa, pode apoiar uma discussão de sua necessidade, da higiene e do conforto que promovem com a retenção de gases malcheirosos, assim como seu princípio de operação. O princípio dos vasos comunicantes e fenômenos relativos à pressão da água podem ser estudados junto à análise de sistemas de distribuição de água em uma casa, um edifício com vários andares, no bairro ou na cidade, com suas caixas d'água e sistemas de canos e manilhas. E a elaboração de maquetes ou esquemas acompanhados de legendas, inclusive com uso de informática, mostrando diferentes componentes e o fluxo de água nos sistemas hidráulicos são formas de fechamento de estudos, não apenas para descrever o que se investigou, mas também para encontrar e solucionar novos problemas.

Podem ser analisadas também algumas diferenças entre água potável tratada e água mineral, auxiliando-se no conhecimento dos processos de tratamento da água e do estudo de alguns dados e medidas que se encontram nos rótulos de água mineral comercializada. É possível ainda o estabelecimento de medidas de volume dos experimentos praticados pelos estudantes, comparando as grandezas obtidas a outras de seu convívio, como as caixas d'água ou cisternas.

A rede elétrica doméstica pode ser investigada em sua linha de continuidade. Com sua caixa de entrada geral, comercial ou residencial, na rua, e a caixa de fusível ou de disjuntores, comutadores ou interruptores e tomadas, internamente. Na rede há duas fases vivas e uma neutra, que podem ser verificadas por meio de voltímetro, atividade que, por medida de segurança, deve ser apenas demonstrada aos estudantes por um conhecedor do assunto. Os riscos de choque elétrico e os perigos de sobrecarga e de curto-circuito são analisados. Os aparelhos acoplados a esta rede podem ser reconhecidos por seus distintos objetivos, como aquecimento, iluminação, refrigeração, comunicação e reprodução de imagem e som, discutindo-se, com a simplicidade compatível, seus princípios operativos e as transformações de energia que promovem. A montagem de pequenos circuitos elétricos para acionar campainha ou lâmpada também permite estas vivências pelos estudantes e ajuda a compreensão de sistemas mais complexos. De modo comparável ao estudo da água e da hidráulica, os mesmos procedimentos de observação, registro, entrevista a técnico ou prático, montagem e produção de esquemas são parte dos conteúdos a trabalhar com os estudantes. Também aqui o trabalho com mensurações e comparação de medidas é esclarecedor a respeito de diferentes grandezas nos fenômenos elétricos.

A leitura de rótulos de produtos industrializados pode dar margem a uma série muito significativa de investigações e sistematizações. Aparelhos elétricos, por exemplo, trazem

plaquetas especificando a tensão elétrica de uso e suas potências, ou seja, de quanta energia consomem por tempo de utilização, e poderá ser surpreendente verificar quanto o uso de um chuveiro é mais dispendioso do que de um rádio. Igualmente podem ser discutidas as potências de veículos de porte e natureza diferentes, associando-se essas potências a consumo de combustível e desempenho, entendendo a designação “2.0” para pequeno veículo de carga em comparação à designação “1.0” ou 1.000 cilindradas para pequeno veículo de passageiros. Buscar e comparar dados quantitativos sobre veículos encontrados em tabelas dos suplementos de jornais e revistas especializadas são atividades pertinentes.

Será interessante também perceber como a água sanitária de diferentes marcas é feita da mesma substância química, constante de sua etiqueta de composição. E, ainda que seja muito difícil discutir a composição de produtos químicos industrializados, os alunos poderão testar experimentalmente e discutir a eficiência de diferentes produtos de higiene conforme a especificação do fabricante, comparar custos e benefícios de um rol de produtos com a mesma finalidade (sabonetes, pastas de dente, sabão em pedra, sabão em pó, água sanitária etc.) e discutir as normas de segurança para seu uso, abordando também objetivos de Trabalho e Consumo, como o conhecimento dos direitos do consumidor e o desenvolvimento de uma atitude crítica e analítica em relação ao consumismo, às mensagens da publicidade e às estratégias de *marketing*.

A manutenção da higiene pessoal e dos espaços de vida privada e pública podem ser abordados juntamente a investigações sobre as propriedades das substâncias que servem para estes fins. É possível discutir e comparar a atuação dos sabões e de outros produtos, como o álcool, para a remoção de gordura ou graxa e outras sujeiras de diferentes superfícies e materiais, realizando-se experimentos que os próprios estudantes podem planejar sob orientação do professor, como a produção artesanal de sabão e outros. Também poderão proceder à produção artesanal, por exemplo, de sabão seguindo receitas próprias e investigar as relações de diferentes produtos de limpeza comuns com o solo, a água e os seres vivos, discutindo o conceito de biodegradação, em conexão com os estudos sobre os decompositores, apontados no eixo “Vida e Ambiente”.

A preservação ou a degradação de alimentos, submetidos a distintas condições de higiene e temperatura, pode ser também planejada na aula e realizada por grupos de estudantes. Em conexão com o eixo “Vida e Ambiente”, em que se estudam os decompositores das cadeias alimentares, podem ser abordados os diferentes processos para bloquear a decomposição e preservar os alimentos: eliminação do ar ou da umidade, refrigeração ou a alteração na composição dos alimentos, os quais estão tratados em “Ser Humano e Saúde”.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- investigação de tecnologias usuais e tradicionais de mesma finalidade, comparando-as quanto à qualidade das soluções obtidas e outras vantagens ou problemas ligados ao ambiente e ao conforto, valorizando os direitos do consumidor e a qualidade de vida;

- comparação e classificação de diferentes equipamentos de uso cotidiano segundo sua finalidade, energias envolvidas e princípios de funcionamento, estabelecendo a seqüência de transformações de energia, valorizando o consumo criterioso de energia, os direitos do consumidor e a qualidade de vida;
- comparação e classificação de diferentes materiais segundo sua finalidade, a origem de sua matéria-prima e os processos de produção, investigando a seqüência de separação e preparação de misturas ou síntese de substâncias, na indústria ou artesanato de bem de consumo, valorizando o consumo criterioso de materiais;
- investigação dos modos de conservação de alimentos — cozimento, adição de substâncias, refrigeração e desidratação — quanto ao modo de atuação específico, à importância social histórica e local, descrevendo processos industriais e artesanais para este fim.

Crítérios de avaliação para o terceiro ciclo

O processo amplo de avaliação envolve muitos outros fatores além desses critérios e estão discutidos na primeira parte deste documento e no documento de Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Os critérios de avaliação estão referenciados nos objetivos, mas, como se pode notar, não coincidem integralmente com eles. Os objetivos são metas, balizam e orientam o ensino, indicam expectativas quanto ao desenvolvimento de capacidades pelos estudantes ao longo de cada ciclo. Sabe-se, no entanto, que o desenvolvimento de todas as capacidades não se completa dentro da duração de um ciclo. Assim, é necessário o estabelecimento de critérios de avaliação que indiquem as aprendizagens básicas para cada ciclo, dentro do conjunto de metas que os norteia. São aprendizagens que associam conceitos, procedimentos e valores em processos específicos da sala de aula.

Assim, cada critério pode orientar avaliações das diferentes dimensões dos conteúdos, mas, ao utilizá-lo como subsídio, deve-se adequá-los para a situação concreta de sala de aula, considerando-se quais conceitos, procedimentos e atitudes foram efetivamente discutidos e promovidos.

- **Descrever cadeia alimentar de determinado ambiente, a partir de informações previamente discutidas, identificando os seres vivos que são produtores, consumidores e decompositores e avaliar como se dá a intervenção do ser humano nesse ambiente, reconhecendo ou supondo as necessidades humanas que mobilizam as transformações e prevendo possíveis alterações.**

Informações sobre ambientes podem estar em textos didáticos ou jornalísticos, fotos, filmes e outras formas de registro, como relatos de viagem. Após a realização de diferentes estudos, os estudantes deverão ser capazes de reconhecer cadeias alimentares em ambientes, considerando alguns seres vivos que podem identificar na fonte de informações e outros seres vivos (mais raramente mencionados e dificilmente visíveis, como os fungos) que agregam à cadeia por terem conhecimento. A transformação do ambiente também deve ser do conhecimento dos estudantes, que podem identificar, supor ou propor questões sobre as tecnologias e interesses que motivaram a transformação do ambiente. A tomada de posição sobre questões discutidas em sala de aula pode ser recuperada, e procedimentos de obtenção e organização de informações podem ser reconhecidos nos diferentes momentos do processo.

- **Descrever os movimentos do Sol, da Lua e das estrelas em relação ao horizonte, localizando os pontos cardeais durante o dia e à noite, mediante expressão oral, produção de texto ou desenhos com legenda.**

Após a realização de diferentes atividades para a compreensão dos movimentos dos corpos celestes, os estudantes deverão ser capazes de descrevê-los utilizando referenciais universais, os pontos cardeais e a linha do horizonte. Os procedimentos utilizados nesses estudos podem ser recuperados e questionados em situação de avaliação, perguntando-se, por exemplo, sobre a seqüência de etapas de um determinado estudo.

- **Caracterizar ecossistema relevante na região onde vive, descrevendo o clima, o solo, a disponibilidade de água e suas relações com os seres vivos, identificados em diferentes habitats e em diferentes níveis na cadeia alimentar.**

Tendo realizado estudos sistemáticos acerca de um ecossistema relevante, os estudantes deverão ser capazes de reconhecer características básicas relativas aos diferentes componentes. Utilizando este critério, é interessante que a situação de avaliação recupere as discussões de valores e procedimentos efetuados em sala.

- **Reconhecer diferentes fontes de energia utilizadas em máquinas e em outros equipamentos e as seqüências das transformações que tais aparelhos realizam, discutindo sua importância social e histórica.**

Com este critério, pretende-se avaliar se os estudantes são capazes de nomear as formas de energia utilizadas em máquinas e em equipamentos, descrevendo suas finalidades e as transformações que realizam. Esquemas e experimentos realizados durante o processo podem ser recuperados na avaliação. Avalia-se, também, as relações que os estudantes estabelecem entre o uso de máquinas e as necessidades humanas, hoje ou no passado, por exemplo, por meio da interpretação de narrativas reais ou fictícias.

- **Reconhecer transformações de matéria em processos de produção de alimentos artesanais ou industriais, ou outro processo que tenha investigado, identificando a preparação ou separação de misturas, descrevendo as atividades humanas envolvidas e avaliando vantagens ou problemas ligados ao ambiente e ao conforto.**

Tendo realizado investigação sobre processo de produção de bens de consumo, por meio de visita ou experimentação, os estudantes poderão descrevê-lo quanto às matérias-primas empregadas, a preparação ou separação de misturas. A tomada de posição sobre questões discutidas em sala de aula pode ser recuperada, e procedimentos de obtenção e organização de informações podem ser reconhecidos nos diferentes momentos do processo.

- **Participar de debates coletivos para a solução de problemas, colocando suas idéias por escrito ou oralmente e reconsiderando sua opinião em face de evidências obtidas por diversas fontes de informação.**

Em diferentes momentos do ensino e aprendizagem, os estudantes deverão trabalhar a discussão de problemas. Com este critério, pretende-se avaliar se os estudantes, individualmente ou em grupo, são capazes de reconsiderar sua opinião inicial, avançando os conhecimentos sobre um tema em estudo. Tal critério pode ser utilizado em conjunto com outro deste rol de sugestões, e é aplicável a conteúdos conceituais, mas também a situações que envolvem a apreciação crítica de atitudes e valores.

- **Elaborar dieta balanceada para seu próprio consumo, descrevendo o aspecto cultural presente em sua alimentação, explicando a digestão dos alimentos e a nutrição do corpo.**

Após ter estudado a alimentação e a digestão, os estudantes deverão ser capazes de avaliar e propor cardápios, especialmente para si próprio e explicar o processo de digestão dos alimentos, considerando a absorção dos nutrientes e sua distribuição para todos os tecidos.

- **Descrever as etapas do ciclo menstrual e o caminho dos espermatozóides na ejaculação para explicar a possibilidade de gravidez e a disseminação de Aids na ausência de preservativos.**

O reconhecimento de etapas durante o ciclo menstrual deve ser realizado pelos estudantes para compreenderem a possibilidade de gravidez durante o período fértil. Procedimentos e atitudes promovidas durante os estudos também são parte das avaliações.

QUARTO CICLO

Ciências Naturais no quarto ciclo

No último ciclo da escola fundamental, é importante que o professor pense sobre quais objetivos e conteúdos escolher para dar fechamento a estudos mais amplos e difíceis que do ciclo anterior, orientando a classe para a aquisição de capacidades expressas nos Objetivos Gerais de Ciências Naturais.

Dependendo da escolaridade anterior e das oportunidades de vivência que os estudantes deste ciclo tiveram, o professor pode contar com maior maturidade intelectual dos estudantes, que já estabelecem relações mais complexas e detalhadas entre diferentes elementos em estudo, ampliando também as práticas de análise e síntese.

Os estudantes mostram-se mais independentes diante dos procedimentos, das formas de trabalho e das ações que aprenderam no ciclo anterior. São também capazes de maior formalidade no pensamento e na linguagem. Isso aumenta a possibilidade de compreensão autônoma das definições científicas presentes nos livros didáticos e a própria escrita de definições, o que antes representava maior desafio. São capacidades que lhes possibilitam obter informações, organizar dados e construir hipóteses com desenvoltura e colaboram para a realização de investigações mais longas e detalhadas, um desafio para o quarto ciclo.

É mais freqüente, por parte do estudante, o interesse em compreender o alcance social e histórico das diferentes atividades humanas, entre elas a Ciência e a Tecnologia.

Essas características, e o conhecimento já adquirido pelos estudantes, permitem que o professor proponha os novos conteúdos com diferentes enfoques. A aprendizagem dos conteúdos pode ser bastante ampliada, levando-se em conta também que o estudante expressa raciocínio sobre escalas maiores de tempo e espaço, podendo percorrer mentalmente distâncias temporais que abarcam séculos e milênios e visualizando o planeta como um todo, ou mesmo a Terra no Sistema Solar. São pensamentos abstratos que anunciam um modo de pensar mais adulto do estudante no último ciclo. Trata-se de um modo de pensar essencial ao raciocínio científico, que torna o estudante mais ágil na compreensão das explicações científicas, oferecidas pelo professor e encontradas em diferentes fontes, como as enciclopédias e livros de Ciências.

Comparando-se aos ciclos anteriores, o professor poderá propor e conduzir a sistematização de conhecimentos mais complexos e com maior nível de generalidade, associados aos conceitos de matéria, vida, energia, tempo e espaço. O professor também pode contar com o avanço na discussão dos valores humanos, na apropriação de procedimentos e, também, na organização de estudos sobre a natureza do conhecimento científico, suas relações com a sociedade e com a tecnologia.

Mesmo assim, não se pode perder de vista que a aprendizagem científica, no ensino fundamental, é principalmente o reconhecimento do mundo e uma primeira construção de explicações. Pautada nas explicações científicas, a aprendizagem avança, passando a constituir novas formas de pensamento do estudante. Além disso, desenvolve-se a aquisição de modos de se obter conhecimento, identificados nos Parâmetros Curriculares Nacionais como a aprendizagem dos procedimentos. Pois o estudante também aprende, e o professor ensina a observar, a medir, a comparar dados e tantos outros métodos específicos que são trabalhados artesanalmente em sala de aula, pois a cada tema em estudo surgem novas necessidades para o ensino e aprendizagem dessa dimensão da área.

A aprendizagem dos procedimentos continua tendo relevância neste ciclo. Os estudantes ainda necessitam de assistência do professor para a leitura e produção de texto, para a observação, a experimentação e produção de esquemas, entre outros procedimentos, que neste ciclo podem ser mais sofisticados do que no anterior, principalmente se essas práticas já foram vivenciadas e aprendidas. São exemplos de procedimentos mais difíceis que podem ser tratados: a construção e interpretação de gráficos, de tabelas de dupla entrada, de esquemas sobre sistemas complexos, de textos informativos e dissertativos longos, de estudos de meio com diversos objetivos paralelos. É importante não se perder de vista que cada procedimento específico novo para o estudante é realmente um desafio a ser superado e deve ser alvo de orientação específica pelo professor. Um exemplo é a manipulação de instrumento desconhecido pelo estudante (como termômetro ou microscópio) que nunca é fácil numa primeira vez.

Na reflexão e desenvolvimento de valores humanos e das atitudes da cidadania, já se pode contar com a possibilidade de discutir especificamente o direito e a solidariedade, tanto nas relações interpessoais como na postura social mais ampla, diante do ambiente natural e humano com que o estudante interage. Em acréscimo, o reconhecimento da Ciência e da Tecnologia como fazeres humanos, legitimados e realizados dentro de contextos sociais e culturais específicos possibilita abrir, durante a aula de Ciências Naturais, o exercício da cidadania crítica que valoriza o conhecimento acumulado pela humanidade, considerando seus limites e dificuldades.

Além disso, é importante que, durante a escolaridade fundamental, o estudante possa refletir sobre a natureza do conhecimento e do fazer científico e tecnológico, estudos que por sua complexidade podem ter mais espaço no quarto ciclo, sob orientação do professor e apoiados em exemplos concretos. No entanto, esta é uma aprendizagem que apenas se inicia na escola fundamental e poderá se completar na fase adulta.

Neste sentido, é interessante a introdução mais freqüente de tópicos de História da Ciência como parte de estudos da área, como, por exemplo, as explicações de Descartes e Harvey a respeito da circulação sanguínea dentro de estudos sobre o organismo humano. Em outro exemplo de interesse para os eixos “Terra e Universo” e “Tecnologia e Sociedade”, estão as idéias de Galileu sobre o Sistema Solar que foram reforçadas por observações com o uso da luneta.

A investigação sobre o conhecimento científico na mídia e do papel que este conhecimento cumpre junto ao público em geral também são importantes. Debates sobre artigos de jornal que divulgam descobertas científicas e tecnológicas não apenas atualizam os estudantes, mas também permitem ao professor enfatizar o caráter dinâmico do conhecimento e o fato de a Ciência não ser verdade absoluta. Também é possível aos estudantes compreenderem, sob orientação do professor, a utilização da informação científica como fundamento para críticas nos casos de problemas ambientais ou de saúde pública que surgem, permitindo, às vezes, a discussão de possibilidades técnicas de superação desses problemas e os valores éticos envolvidos nessas escolhas.

Estudos na História e Filosofia das Ciências são um desafio para o professor, uma vez que raramente sua formação inicial contemplou estes campos de conhecimentos dedicados à natureza da Ciência. São estudos que proporcionam consistência à visão de Ciência do professor e uma distinção mais clara entre Ciência e Natureza. Informam que um mesmo fenômeno foi explicado de formas diversas em épocas diferentes e que muitos fenômenos naturais foram descobertos ou evidenciados por efeito da investigação científica, não sendo possível sua verificação ou compreensão por simples observação direta. São estudos que permitem melhor compreensão da natureza teórica e abstrata das Ciências Naturais, de seu caráter dinâmico. Ao mesmo tempo, o professor adquire subsídios para entender e dar exemplos da mútua dependência entre o desenvolvimento científico e tecnológico e da grande influência do conhecimento científico na modelagem das visões de mundo.

Objetivos

Os objetivos para o quarto ciclo foram elaborados levando-se em conta o conjunto das considerações expostas no texto de introdução ao ciclo, os objetivos gerais da área e demais fundamentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

As atividades e os temas de estudo de Ciências Naturais devem ser organizados para que os estudantes ganhem progressivamente as seguintes capacidades:

- compreender e exemplificar como as necessidades humanas, de caráter social, prático ou cultural, contribuem para o desenvolvimento do conhecimento científico ou, no sentido inverso, beneficiam-se desse conhecimento;
- compreender as relações de mão dupla entre o processo social e a evolução das tecnologias, associadas à compreensão dos processos de transformação de energia, dos materiais e da vida;
- valorizar a disseminação de informações socialmente relevantes aos membros da sua comunidade;

- confrontar as diferentes explicações individuais e coletivas, reconhecendo a existência de diferentes modelos explicativos na Ciência, inclusive de caráter histórico, respeitando as opiniões, para reelaborar suas idéias e interpretações;
- elaborar individualmente e em grupo relatos orais, escritos, perguntas e suposições acerca do tema em estudo, estabelecendo relações entre as informações obtidas por meio de trabalhos práticos e de textos, registrando suas próprias sínteses mediante tabelas, gráficos, esquemas, textos ou maquetes;
- compreender como as teorias geocêntrica e heliocêntrica explicam os movimentos dos corpos celestes, relacionando esses movimentos a dados de observação e à importância histórica dessas diferentes visões;
- compreender a história evolutiva dos seres vivos, relacionando-a aos processos de formação do planeta;
- caracterizar as transformações tanto naturais como induzidas pelas atividades humanas, na atmosfera, na litosfera, na hidrosfera e na biosfera, associadas aos ciclos dos materiais e ao fluxo de energia na Terra, reconhecendo a necessidade de investimento para preservar o ambiente em geral e, particularmente, em sua região;
- compreender o corpo humano e sua saúde como um todo integrado por dimensões biológicas, afetivas e sociais, relacionando a prevenção de doenças e promoção de saúde das comunidades a políticas públicas adequadas;
- compreender as diferentes dimensões da reprodução humana e os métodos anticoncepcionais, valorizando o sexo seguro e a gravidez planejada.

Conteúdos

Diferentes temas e problemas poderão ser escolhidos para a composição de planos de trabalho de modo a proporcionar o desenvolvimento das capacidades expressas nos objetivos de ciclo. O professor julgará a pertinência de aprofundamento de estudo em alguns temas e a exploração mais ampla de outros, tomando como base os critérios de seleção de conteúdos aplicados à sua realidade, conforme o que está discutido na primeira parte deste documento.

A aprendizagem das capacidades expressas nos objetivos de ciclo não significa aprofundamento em todos os temas de estudo mencionados a seguir, uma vez que o estudo detido de alguns temas oferece essa oportunidade.

Os textos seguintes buscam explicitar os alcances dos conteúdos em cada eixo temático, apontando-se possíveis conexões entre eixos e com os temas transversais, tendo-se também o tratamento didático da temática em perspectiva.

TERRA E UNIVERSO

Espera-se que as abordagens propostas para o terceiro ciclo possibilitem aos estudantes chegarem ao quarto ciclo concebendo o Universo sem fronteiras, onde está o sistema Terra-Sol-Lua.

A compreensão de fenômenos mais distantes no tempo e no espaço começa a ser possível neste eixo temático, conforme o proposto na primeira parte deste documento. Por exemplo, as referências de distância entre os corpos celestes conhecidos, bem como os conceitos de força da gravidade, de forma qualitativa, envolvidos nos movimentos da Terra e dos outros corpos celestes podem ser discutidos. Entender a estrutura da galáxia e do Universo e os modelos que as explicam é algo que depende de uma gradativa formação de visão de mundo, mais do que de um conjunto de observações sistemáticas pelos estudantes.

A observação direta, contudo, deve continuar balizando os temas de trabalho, sendo desejável que, além da orientação espacial e temporal pelos corpos celestes durante o dia e à noite, os estudantes localizem diferentes constelações ao longo do ano, bem como planetas visíveis a olho nu. Saber apenas os nomes das constelações não é importante, mas é muito interessante observar algumas delas a cada hora, por três ou quatro horas durante a noite, e verificar que o movimento das estrelas em relação ao horizonte ocorre em um padrão fixo, isto é, todas permanecem nas mesmas posições, enquanto o conjunto cruza o céu. Para essas observações, a referência principal continua sendo o Cruzeiro do Sul, visível durante todo o ano no hemisfério Sul.

Diferentemente de um fundo fixo de estrelas que surge diariamente no céu e onde não há movimento de umas em relação às outras, os planetas aparecem apenas ocasionalmente, em posições variadas em relação às constelações. Daí o nome planeta, que significa “estrela errante”. Com a ajuda de mapas mensais do céu, encontrados em revistas de circulação nacional, são facilmente visíveis, em épocas diferentes, os planetas Vênus (Estrela-d’Alva) e Marte e ainda, a olho nu, Mercúrio, Júpiter e Saturno.

As observações podem acompanhar as estações do ano, pela sucessão de algumas constelações, pois encontra-se no céu, durante boa parte do ano e com facilidade, o conjunto das Três Marias, que pertence à constelação de Órion e que só não é visível no início das noites entre os meses de maio a setembro. Nesse período pode-se ver a constelação de Escorpião, que lembra um grande ponto de interrogação ou um anzol no céu.

A partir do quarto ciclo, é possível e desejável que se trabalhe com os estudantes o significado histórico da ruptura entre o modelo geocêntrico de Universo e o modelo heliocêntrico do Sistema Solar para o pensamento ocidental. Relacionar as observações que os estudantes fazem do céu com os diferentes modelos é muito interessante.

Alguns povos antepassados marcavam o início de cada estação do ano com admirável precisão. As mudanças de temperatura, a época das chuvas e a variação no desenvolvimento de plantas e nos hábitos dos animais eram relacionadas ao fato cíclico de algumas estrelas “sumirem” em algumas épocas do ano enquanto outras “surgiam”. Esses conhecimentos foram muito importantes para os primeiros povos agrícolas, pois sinalizando a chegada das estações, as colheitas podiam ser mais bem planejadas e mais eficientes. Ainda hoje, alguns povos, como é o caso de alguns índios brasileiros, se utilizam dessas observações, obviamente nomeando estrelas e seus conjuntos de acordo com suas convenções. Investigações sobre os hábitos de animais e plantas característicos das estações, bem como a utilização desse conhecimento no trabalho agrícola e zootécnico, são ilustrativos das conexões entre o eixo temático “Terra e Universo” e o mundo vivo terrestre, tratado no eixo temático “Vida e Ambiente”.

Mudanças na trajetória do Sol em relação ao horizonte durante o ano também sinalizam as estações, invertendo-se os referenciais no hemisfério Sul e no hemisfério Norte. Os pontos de nascente e poente variam durante o ano, à medida que o arco descrito pelo Sol no céu vai ficando menor e o dia mais curto.

Apesar de a direção Leste-Oeste se manter, os pontos de nascente e poente variam um pouco. No hemisfério Sul, o arco do Sol vai diminuindo e ficando mais próximo do ponto cardinal Norte, até chegar a um arco mínimo, a partir do qual caminha progressivamente para o Sul, aumentando seu trajeto e conseqüentemente tornando o dia mais comprido. A partir de um arco máximo, o Sol novamente começa a desenhar arcos diários que diminuem enquanto rumam novamente para o Norte. O ponto máximo ao Norte marca o início do inverno no hemisfério Sul, enquanto o ponto máximo ao Sul marca o início do verão: são os solstícios. A situação intermediária entre eles marca o início da primavera e do outono: são os equinócios, dois dias do ano em que a duração do dia e da noite são iguais. Nesses dias, os pontos de nascimento e de ocaso do Sol indicam os pontos cardinais Leste e Oeste. Os pontos Norte e Sul são sempre marcados pela direção da menor sombra projetada ao meio-dia.

Registrar a observação do céu é algo muito antigo. O monumento de Stonehenge, situado na Inglaterra e construído há cerca de 2500 anos a.C., revela um método sofisticado de calcular o calendário, assinalando solstícios e equinócios com precisão.

O modelo heliocêntrico, com o Sol ao centro do movimento dos planetas, apesar de muito difundido, é difícil de ser compreendido. Cada pessoa precisa se localizar no globo e imaginar a Terra esférica, girando em torno do Sol, de forma inclinada em relação ao plano de translação, em trajetória praticamente circular e, portanto, mantendo praticamente a

mesma distância do Sol. Dessa forma, percorre o espaço, mudando sua posição em relação ao Sol e às estrelas à sua volta, modificando assim, para os observadores da Terra, a visão do céu noturno: são as constelações características de cada estação. Outras constelações, estrelas e galáxias são observadas o ano inteiro ou nunca, dependendo da posição em que os observadores se encontram na Terra.

Muitos esquemas errôneos divulgados em livros escolares atribuem a existência das diferentes estações do ano à variação das distâncias entre a Terra e o Sol. Essa variação das distâncias é pouco significativa, o que invalida essa explicação. O que explica as estações do ano alternadas nos dois hemisférios é o fato de a Terra ter seu eixo inclinado em relação à sua trajetória em torno do Sol. Assim, quando o Trópico de Câncer recebe os raios de Sol mais perpendicularmente e o Trópico de Capricórnio mais inclinadamente, é verão no hemisfério Norte e inverno no hemisfério Sul. Após seis meses, a situação se inverte, e as estações também. Nas situações intermediárias, o Equador recebe a luz do Sol perpendicularmente e os dois trópicos, mais inclinadamente. São as estações de primavera e outono, também invertidas nos dois hemisférios pelo esquentamento e resfriamento da atmosfera em relação ao inverno e verão respectivos.

As características locais das estações do ano são identificadas também pelos padrões de vento, pelas correntes marítimas, pela altitude, pelo tamanho da superfície dos continentes ou dos mares e por transformações naturais inesperadas ou provocadas pela ação humana. Portanto, é necessário investigar as manifestações locais das estações do ano. As imagens do hemisfério Norte veiculadas pela TV e pelo cinema e que se imprimem passivamente no repertório visual dos estudantes podem fomentar as discussões, expondo as contradições entre o que é visto e o que é vivido.

As explicações do movimento de rotação da Terra em torno de um eixo imaginário que liga o Pólo Norte ao Pólo Sul tomam significado quando relacionadas às observações do aparente movimento diário do céu diurno e noturno, incluindo-se aqui os diferentes “arcos” das estrelas que se encontram em diferentes distâncias do horizonte.

Para que se possa compreender a dinâmica do Sistema Solar, o fenômeno da gravidade deve permear as investigações sobre os movimentos da Terra, da Lua e demais corpos celestes. A atração gravitacional entre Sol-Terra-Lua pode dar nova dimensão ao modelo explicativo das fases da Lua, agora associadas ao fenômeno das marés. O acompanhamento de medidas semanais de alturas de marés, veiculadas por jornais diários, relacionadas ao início das fases da Lua e sua posição relativa ao Sol, constitui investigação que amplia o modelo mais simples do ciclo mensal observado pelas diferentes formas da Lua.

Por outro lado, os estudos e experimentos sobre eclipses podem aprofundar as idéias de luz, projeção de sombras, distância e intensidade luminosa, possibilidade de visão, produção, absorção e reflexão de luz.

Os estudantes podem detalhar mais seu próprio modelo de Sistema Solar, prestar maior atenção às escalas, aprofundando sua compreensão. Binóculos, lunetas, telescópios,

simulações de órbitas planetárias por computador ou visitas a observatórios e planetários podem ser úteis neste nível.

Um molde para o modelo de Sistema Solar com tamanhos proporcionais de seus planetas e satélites e respectivas distâncias em escala auxilia a construção das imagens de dimensões astronômicas dos estudantes. Desenhar e esquematizar os modelos atuais de Universo, incluindo o Sistema Solar como referência, é provavelmente o tipo de atividade mais eficaz, sendo preferível a construção de moldes próprios tridimensionais para esses modelos. Nessas construções, são importantes as estimativas de distância e a atenção para as diferentes posições aparentes de um objeto a partir de pontos de observação diferentes.

Reconhecer as mudanças na percepção sobre o lugar de cada um no Universo pode ser facilitado aos estudantes pelo estudo das contribuições de Copérnico, Galileu e Newton ao pensamento ocidental, evidenciando-se as relações entre a sociedade da época e as novas concepções científicas. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade não devem ser apresentadas como o triunfo do certo sobre o errado, ou da ciência sobre a religião. O importante é estimular a discussão sobre a superação a que estão submetidas as idéias científicas, o que torna discutível a verdade científica, bem como as responsabilidades sociais envolvidas nas pesquisas e descobertas.

A grande revolução cósmica usualmente associada a Nicolau Copérnico minou crenças tradicionais na concepção da Terra como centro do Universo. Ele propunha um outro Universo muito maior. A observação do movimento irregular dos planetas relativo ao “fundo fixo” de estrelas pode ajudar os estudantes na compreensão acerca das idéias de Copérnico. Galileu fez descobertas que deram suporte às idéias de Copérnico. Usando uma luneta recém-inventada, encontrou as luas de Júpiter, manchas solares, crateras e montanhas na Lua e muitas estrelas invisíveis a olho nu. Desvendou, assim, um Universo incrivelmente mais complexo. As observações com instrumentos e a análise de fotos dos astros observados por Galileu são reveladoras e permitem, também, discutir sobre o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos conhecimentos.

Esse contexto é propício para apresentar as idéias de Newton sobre a gravidade, que explicam movimentos astronômicos mediante as relações entre força, massa e distância. Sem necessidade de explicitar as formulações matemáticas, pode-se mostrar que a gravidade entre os corpos unifica as observações do céu e os experimentos que podem ser vivenciados na Terra, pois o modelo de Newton tornou possível relacionar fenômenos como as marés, as órbitas dos planetas, dos satélites, dos cometas e o movimento de objetos caindo na Terra.

Chega-se, então, à visão dinâmica da Terra no Universo. As idéias de Newton foram revolucionadas pelas idéias de Einstein, que deram origem a um novo modelo de Universo. Fenômenos como buracos negros, quasares, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, anãs brancas e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio Universo podem ser aprofundados em leituras paradidáticas bem orientadas. Um tema propício para

essas investigações é a questão de “como tudo começou”, o que pode originar atividades coletivas, como exposições em mural ou comunicações de leituras em etapas finais do quarto ciclo.

A origem do planeta Terra e sua evolução são investigadas em conexão com o eixo temático “Vida e Ambiente”, fazendo uso de fontes bibliográficas. Nesses estudos, destacam-se as variações das formas de vida em diferentes épocas ou eras geológicas, relacionadas às diferentes composições da atmosfera e à posição dos continentes na superfície terrestre, cujas modificações estão atualmente associadas à teoria das placas tectônicas. Filmes de vídeo que remontam a esses tempos longínquos e imagens animadas por computador compõem um interessante repertório de imagens para os estudantes.

Para se estabelecer a relação entre os movimentos das placas tectônicas e a ocorrência de vulcões e terremotos, é interessante analisar as regiões do planeta onde essas catástrofes ocorrem e as regiões onde diferentes placas tectônicas se encontram.

Os vulcões e terremotos podem ser fonte de investigação sobre o interior do planeta, sobre o material muito quente no interior da Terra, abaixo da crosta, o que até hoje embasa a teoria da formação do planeta, ou seja: que em sua origem era muito quente, que o resfriamento até hoje só ocorreu em sua superfície. As mesmas evidências são utilizadas para o modelo que descreve a existência de camadas ainda muito quentes no seu interior — manto e núcleo —, cujas espessuras seriam bastante superiores à espessura média de 30 km da crosta. Figuras e moldes tridimensionais desse modelo, com estudo das proporções em escala, são uma boa oportunidade para a compreensão mais ampla do planeta.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;
- identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;
- estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico;

- comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;
- reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;
- valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de idéias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

VIDA E AMBIENTE

No ciclo final da escolaridade fundamental é desejável que os estudantes concluam seus estudos nesse eixo temático trabalhando temas e problemas que tenham como objeto de estudo a dinâmica do planeta como um todo, no presente e no passado.

Busca-se uma melhor compreensão dos fenômenos e das relações entre os fenômenos que ocorrem na biosfera, na atmosfera, na litosfera e na hidrosfera e no nível da constituição mais íntima da matéria (nas células, entre substâncias etc.) por meio de estudos sobre a formação e os ciclos da matéria e da vida.

Ao final do quarto ciclo, os estudantes deverão ter condições para melhor explicitar diferentes relações entre o ar, a água, o solo, a luz, o calor e os seres vivos, tanto no nível planetário como local, relacionando fenômenos que participam do fluxo de energia na Terra e dos ciclos biogeoquímicos, principalmente dos ciclos da água, do carbono e do oxigênio. Assim, poderão estar mais bem formados para o interesse e a participação em importantes debates ambientais de grande alcance, como os problemas das queimadas na Amazônia, do lixo atômico, da diminuição mundial dos mananciais de água potável, do buraco na camada de ozônio e tantos outros. Paralelamente, é central nestes estudos e debates a busca de melhor compreensão da natureza do conhecimento científico e tecnológico, seu alcance no mundo de hoje e as implicações éticas na produção e na apropriação desse conhecimento para o indivíduo e para a sociedade.

Há muitas correlações entre os estudos propostos para este eixo com outros desenvolvidos nos demais eixos temáticos de Ciências Naturais e temas transversais. Com o tema Meio Ambiente, há conexão com os vários blocos de conteúdos, mais particularmente com os blocos “A natureza cíclica da Natureza” e “Manejo e Conservação Ambiental”. Questões ambientais, que surgem em decorrência da ação humana, serão particularmente tratadas na perspectiva do eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, em Ciências Naturais,

e dos temas transversais Trabalho e Consumo e Meio Ambiente. Também a ampliação dos estudos sobre os seres vivos, seu presente e seu passado, um objeto de estudo do eixo “Vida e Ambiente”, deve cooperar para uma melhor compreensão do ser humano, em conexão com o eixo “Ser Humano e Saúde”.

Em conexão com o eixo “Terra e Universo”, são estudadas a composição e a fisionomia terrestre em diferentes épocas da história geológica, considerando-se também as diferentes teorias que explicam essa história, desde as teorias fixistas e catastrofistas até elementos das teorias da evolução e da formação e deslocamento das placas tectônicas. É interessante que os estudantes considerem informações e evidências reunidas pela Ciência atual, que permitem estabelecer uma linha do tempo na qual eventos significativos sejam coordenados. Trata-se de um conjunto extenso de eventos, em que se destacam: o esfriamento do planeta e a formação da água líquida, a formação da atmosfera em íntima relação com a proliferação dos seres vivos clorofilados, a mudança de posição dos continentes, a ocupação dos ambientes terrestres pelas plantas e a formação dos solos e o surgimento dos vertebrados e dos seres humanos. É importante destacar o longo tempo geológico para a formação e reposição natural de recursos da biosfera, comparado ao curto tempo em que a humanidade os consome e destrói.

O estudo de diferentes teorias da evolução pode ser particularmente focado neste ciclo, ocasião para o professor ressaltar que o conhecimento da natureza depende em grande parte da elaboração de modelos explicativos para fenômenos conhecidos. A comparação das teorias de Lamarck e de Darwin, neste ciclo, pode dar lugar a uma discussão sobre a natureza do fazer científico, considerando-se o papel das hipóteses, das evidências e da interpretação das evidências na constituição de modelos explicativos. O que se pretende não é mostrar a superação de uma teoria em favor de outra, considerada errônea e sem sentido, mas, sim, examinar diferentes lógicas de interpretação que permitiram, em seu próprio tempo, dar novo significado a fatos já conhecidos, neste caso, a diversidade da vida.

No aprofundamento de conceitos ligados à interpretação da história evolutiva dos seres vivos, é interessante que os alunos tenham oportunidade de conhecer casos atuais ou históricos de seleção natural e de seleção artificial praticados em agricultura e pecuária. É necessário que o professor problematize e traga informações sobre fatores de seleção natural, como a aleatoriedade das mutações nas populações dos seres vivos e o papel das transformações ambientais.

Para a compreensão do conceito de adaptação, central na teoria da evolução, é importante a comparação de determinados seres vivos, incluindo-se o ser humano. Comparam-se as estruturas do corpo, os modos como realizam funções vitais e os comportamentos daqueles que habitam ecossistemas diferentes, hoje e em outros períodos do passado geológico, o que já pode ter sido abordado em ciclos anteriores. São particularmente importantes nos estudos sobre evolução dos seres vivos e sua adaptação, o reconhecimento de formas eficientes de dispersão e reprodução dos seres vivos em

ambientes terrestres, tais como as sementes, os ovos de insetos, de répteis e de aves, e a fecundação interna dos animais.

Nesse contexto, estudam-se também os modos sexual e assexual de reprodução de plantas e animais, considerando-se a maior variação entre os descendentes provenientes de reprodução sexual que na reprodução assexual e, portanto, maior diversidade entre os indivíduos de uma população.

Além de estudos sobre os seres vivos no presente e no passado da Terra, o quarto ciclo é momento de estudos dos processos ligados à composição terrestre e aos ciclos dos materiais e fluxo de energia, sejam de ocorrência natural ou provocados pela ação humana, conforme se indicou acima.

É importante considerar o grande desafio que é para os alunos interpretarem os fenômenos químicos e bioquímicos, como a combustão, a respiração celular, a fotossíntese, a síntese e a quebra de proteínas e de outros compostos orgânicos ou inorgânicos, ou mesmo a variada composição da água do mar, dos rios, ou das rochas e minerais. Para uma aprendizagem significativa desses fenômenos, é interessante que tenham a oportunidade de conhecer muitos exemplos de misturas, de separação de misturas e de reações químicas, bem como testes para identificação de substâncias e de suas propriedades, para que possam compreender que existe uma grande variedade de fenômenos químicos na natureza e outros provocados pelo ser humano, que integram os ciclos dos materiais na natureza.

Desse modo, o aluno constrói uma bagagem essencial para a contextualização dos conceitos de “substância”, “mistura”, “reação química”, podendo compreender ainda que a matéria é constituída por partículas, como átomos e moléculas. Portanto, as equações químicas ainda devem ser abordadas de modo qualitativo, considerando-se quais os reagentes, as condições da reação e seus produtos, o que já é suficientemente difícil para este grau da escolaridade. No final deste ciclo é importante, contudo, que os estudantes tenham apreendido a idéia de que uma grande variedade de fenômenos pode ser explicada pela existência de variedades de arranjos entre pequenas partículas da matéria. A partir de vários exemplos, reconhecem também que duas ou mais diferentes substâncias combinam-se em produtos que têm propriedades distintas daqueles que lhe deram origem. Mas deve ser evitado pelo professor detalhar o que acontece no nível molecular e atômico, o que ainda faz pouco ou nenhum sentido neste nível da escolaridade, conforme tem se evidenciado na pesquisa acadêmica e na prática em sala de aula.

Assim, os fenômenos químicos são conhecidos pelos estudantes, considerando-os, quando for o caso, como parte de processos naturais. Por exemplo, ao ser retomada a fotossíntese, o professor introduz a noção de que é um conjunto de reações químicas que habilita as células verdes vegetais a sintetizar moléculas de açúcar utilizando energia solar, moléculas de gás carbônico e de água. As moléculas de açúcar podem ser utilizadas imediatamente ou estocadas na forma de amido, cujas moléculas ainda são maiores, compostas de muitas unidades de açúcar. Nos dois tipos de partículas há energia química

armazenada. Similarmente, a respiração celular pode ser abordada como conjunto de reações químicas, comum a todos os seres vivos aeróbios, em que oxigênio e certos nutrientes (como o açúcar) são os reagentes, e o gás carbônico e a água são produtos, juntamente com uma energia disponível para o ser vivo. Note-se que, no lugar do que foi propagado em textos errôneos, a fotossíntese não é o contrário da respiração, a qual acontece durante toda a vida das plantas, e não apenas à noite. Outro erro comum a ser evitado é a comparação entre combustão e respiração celular. Embora sejam ambas reações que permitem a liberação de energia, diferem totalmente quanto aos níveis de energia e várias outras características.

Com este novo enfoque são reestudados os componentes das cadeias e teias alimentares, comparando-se os modos de obtenção de substâncias orgânicas e energia nos organismos produtores, consumidores e decompositores. É interessante a construção de pirâmides alimentares, considerando-se as transferências de substâncias e energia de um nível para outro, bem como a dissipação de energia em cada nível. A comparação de pirâmides de energia de diferentes ambientes dá espaço para a retomada das diferentes características de ambientes diversos, considerando-se a interferência humana nas teias alimentares e a posição que o ser humano ocupa em muitas delas.

Para estudos que envolvam o ar (ciclos dos materiais, respiração, composição da atmosfera) é particularmente importante a apresentação de tabelas de sua composição média, assunto que apresenta dificuldade de compreensão pelos estudantes. Ao serem perguntados sobre o principal componente do ar, costumam lembrar-se do oxigênio, secundariamente do gás carbônico, mas esquecem-se do nitrogênio e do vapor d'água. Assim, é interessante o trabalho comparativo de tabelas em que se mostre a composição média do ar inspirado e do ar expirado pelo ser humano, bem como tabelas em que a quantidade relativa de vapor d'água também esteja presente.

Outro tema a ser discutido é a poluição atmosférica, destacando-se as diferentes fontes poluidoras, os poluentes e prejuízos específicos à biosfera. O problema do buraco na camada de ozônio é estudado, portanto, como resultado de poluição, durante muito tempo inadvertida pelo uso de substâncias chamadas clorofluorcarbonetos (CFCs), presentes em muitos aerossóis que destroem o ozônio na alta atmosfera.

Municiados de um repertório de conhecimentos sobre a composição das esferas terrestres e dos processos químicos que nelas ocorrem, os estudantes poderão sistematizar conhecimentos sobre os ciclos biogeoquímicos, estabelecendo relações entre os fenômenos da fotossíntese, da respiração celular e da combustão para explicar os ciclos do carbono e do oxigênio que se realizam como parte do fluxo unidirecional de energia no planeta. A investigação sobre a polêmica do aquecimento global do planeta e da inversão térmica em cidades poluídas também é parte desse contexto.

Para discussões sobre a dispersão global dos poluentes, constituem interessantes problemas explicar a presença de determinadas substâncias poluentes em locais e em seres

vivos que se encontram distantes das fontes de emissão. É necessário buscar informações sobre as origens dos poluentes e os possíveis processos de espalhamento, tanto pelos caminhos quanto pelas transformações das substâncias nos solos, na água, no ar e nos organismos vivos.

Aspectos relativos aos interesses econômicos envolvidos na produção agrícola ou industrial, e nas atividades de serviços, também estão em pauta, sendo necessário cotejar custos e benefícios das diferentes atividades humanas que contribuem para emissão de poluentes. É importante que também a área de Ciências Naturais contribua, em conexão com os temas transversais Meio Ambiente e Trabalho e Consumo, para a valorização do desenvolvimento sustentado e para a compreensão dos sentidos do progresso material do ser humano, compreendendo-se os papéis da Ciência e da Tecnologia em processos específicos, de importância local ou planetária. Por exemplo, um tema de trabalho sobre o petróleo poderá abordar tanto os aspectos químicos da constituição e transformações desse recurso natural, como discutir sua importância histórica para a constituição da vida cotidiana, investigando também como representa trabalho, consumo e poluição. As medidas preventivas e paliativas, até mesmo os desastres ambientais envolvendo o petróleo, também tomam parte do tema, para dar espaço às discussões envolvendo valores e atitudes.

O ciclo da água, já visto como um fenômeno genérico, pode ser reestudado, investigando-se os fenômenos de transformação de estados físicos da água ocorridos em situações de experimentação e na natureza, relacionando o estado físico da água a intervalos de temperatura e a mudança de estado a processos em que há alterações no sistema. Além dos fenômenos físicos, é fundamental acompanhar os acontecimentos que envolvem a transformação de água “azul”, dos mananciais (rios, lagos, represas etc.), em água “verde” (a água dentro dos organismos, do solo e subsolo); são essas transformações que determinarão a disponibilidade e a qualidade de água de uma região.

Problemas ligados ao uso e à poluição das águas doces e oceânicas, como as chuvas ácidas, integram estudos sobre o ciclo da água, que passa a ser considerada também como veículo de transporte de poluentes em todo o planeta. As investigações sobre as origens de diferentes poluentes, sua miscibilidade ou imiscibilidade em água e prováveis prejuízos aos seres vivos compõem uma discussão básica sobre o que é sujeira, o que é poluição, o que é poluente e o que é lixo, que integra também os estudos sobre poluição do solo e do ar. São estudos por meio dos quais se estabelecem fortes conexões com o eixo temático “Tecnologia e Sociedade”.

Interessante para a visualização dos caminhos da água no planeta é a produção e interpretação de esquemas que mostrem lugares variados onde a água se encontra, seus percursos na litosfera, atmosfera e hidrosfera, e os diversos processos de que participa. Um esquema grande e detalhado, construído por grupos de trabalho sob orientação do professor, pode reunir informações específicas, por exemplo, sobre forma e intensidade de precipitação, presença de transpiração e evapotranspiração, sobre fontes poluidoras, estações de tratamento, locais e formas de consumo da água.

Estudos de tabelas de precipitação, da formação de tipos de nuvens, das condições para a chuva ou sua ausência e de outros fenômenos meteorológicos (geadas, ventos etc.) podem ser enfocados, ao lado do reconhecimento da dependência de diversas atividades humanas com relação às chuvas regulares. Também a interpretação de fotos de satélites do planeta presentes nos jornais diários integra um conjunto de atividades que podem proporcionar a aproximação à idéia de que o ciclo da água é um fenômeno que ocorre em escala mundial.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- compreensão de relações entre a história geológica do planeta e a evolução dos seres vivos, considerando mudanças na composição e na fisionomia da biosfera, atmosfera e litosfera para avaliar e respeitar o tempo de reposição dos materiais e substâncias na natureza;
- comparação das estruturas do corpo, dos modos como realizam funções vitais e dos comportamentos de seres vivos que habitam ecossistemas diferentes, hoje e em outros períodos do passado geológico, para a compreensão de processos adaptativos;
- reconhecimento de formas eficientes de dispersão e estratégias reprodutivas dos seres vivos em diferentes ambientes, e comparação entre reprodução sexual e assexual no que diz respeito à variabilidade dos descendentes;
- estabelecimento de relações entre os fenômenos da fotossíntese, da respiração celular e da combustão para explicar os ciclos do carbono e do oxigênio de forma integrada ao fluxo unidirecional de energia no planeta;
- investigação dos fenômenos de transformação de estados físicos da água ocorridas em situações de experimentação e na natureza, em que há alteração de temperatura e pressão, compreendendo o ciclo da água em diferentes ambientes, identificando o modo pelo qual os mananciais são reabastecidos, valorizando sua preservação;
- investigação de alterações de determinados ambientes como resultado da emissão de substâncias, partículas e outros materiais produzidos por agentes poluidores, compreendendo os processos de dispersão de poluentes no planeta e aspectos ligados à cultura e à economia para valorizar medidas de saneamento e de controle de poluição.

SER HUMANO E SAÚDE

Neste ciclo busca-se uma melhor compreensão sobre as funções vitais essenciais para a manutenção do corpo como um todo, abordando-se também as semelhanças e diferenças entre o ser humano e demais seres vivos, tendo sempre como base os pressupostos da teoria de evolução, o que traz vantagens apontadas em “Ser Humano e Saúde” no terceiro ciclo. Ao retomar-se a reprodução e sexualidade, temas sempre importantes, é possível trabalhar elementos de hereditariedade. Uma aproximação ao conceito de célula pode ser sistematizado neste ciclo, associando-se conhecimentos de vários estudos. São introduzidos com maior ênfase no quarto ciclo estudos sobre o aproveitamento da energia dos alimentos, a coordenação das funções e sistemas do corpo e a proteção ao meio, ampliando e completando estudos anteriores das estruturas e funções vitais.

Em todos esses estudos é fundamental a atenção às representações que os estudantes constroem, ao longo e no fechamento das investigações. O desenho de observação, a produção de esquemas, a resenha e o debate de noticiário são exemplos de atividades que propiciam a produção de texto coletivo, sob orientação do professor, bem como a produção de folhetos e outros meios de divulgação de sínteses. A escolha de diferentes modos de busca, a organização e a comunicação de informações neste eixo temático devem ser cuidadas e propostas pelo professor, de modo a não se tornarem exclusivamente livrescas, permitindo a aprendizagem de procedimentos.

Considerando-se que os estudantes já compreendem os alimentos como fonte de energia e substâncias para o corpo, é importante agora destacar o papel do oxigênio no aproveitamento da energia dos alimentos no organismo, em conexão com o eixo temático “Vida e Ambiente”, em que se apresentam e se estudam os ciclos do oxigênio e do carbono na biosfera e alcances na abordagem das transformações das substâncias com alunos do ensino fundamental.

Neste ciclo, os estudantes podem compreender que o aproveitamento dos alimentos depende de processos que ocorrem em todas as células, também resultando em substâncias que devem ser eliminadas, como o gás carbônico, que é expirado, e a amônia, que, transformada em uréia no fígado, sai do organismo pela urina. Essa é uma idéia central a se desenvolver em estudos sobre respiração, circulação e excreção que, junto à alimentação, representam funções de nutrição, proporcionando-se também uma primeira aproximação ao conceito de metabolismo. Retoma-se, também aqui, a noção de troca de substâncias pelo contato entre os capilares sanguíneos e os tecidos do corpo, já enfocados no terceiro ciclo.

É interessante investigar e comparar as possibilidades que existem entre os vários animais para obtenção do oxigênio, seja do ar atmosférico, por meio da pele (de minhocas, de sapos), vários tipos de pulmões (de vertebrados terrestres, de aranhas) ou traquéias (de insetos), seja do oxigênio dissolvido na água, pelos vários tipos de brânquias (de peixes, de moluscos). Paralelamente, discutem-se os processos de difusão ou transporte de gases nos

organismos vivos, estabelecendo-se a diferença fundamental entre processos de ventilação e de respiração celular, com apoio de experimentações e simulações.

A interpretação de tabelas, de atlas anatômicos, e algumas experimentações e simulações dão suporte e maior interesse à leitura de textos informativos sobre as funções de nutrição que, ao lado da explicação do professor, também propicia as problematizações durante os estudos sobre temas e problemas ligados ao cotidiano e à saúde.

Os estudantes precisam ser informados de que a respiração celular é um fenômeno muito comum entre os seres vivos, ocorrendo entre bactérias, fungos, em todas as plantas e animais. É muito importante a compreensão da respiração celular como processo de obtenção de energia. Em relação às plantas, muita confusão tem sido feita quanto aos processos de fotossíntese e respiração. O fato de, quimicamente, a fotossíntese absorver energia e a respiração liberá-la não significa que ambos os processos sejam contrários e muito menos excludentes, como já se discutiu em “Vida e Ambiente”. Portanto, as plantas também obtêm energia para se manterem vivas por meio da respiração celular, para a qual o oxigênio do meio é necessário, entrando pelas folhas e se difundindo pelos tecidos em todas as horas do dia e da noite. A fotossíntese é o processo de obtenção de alimento que só acontece na presença de luz, no qual o oxigênio é um dos produtos, sendo liberado para o meio. Se essa confusão persistir no quarto ciclo, é possível abordá-la nesse momento do trabalho, com o uso de tabelas e gráficos, oferecendo-se mais uma oportunidade para que os estudantes comparem esses processos e elaborem com mais precisão sua compreensão.

Quanto às funções reguladoras, os estudantes poderão investigar, novamente com a coordenação e ajuda do professor, processos ligados à equilíbrio do organismo e à locomoção voluntária, à circulação e respiração, processos regulados e controlados pelos sistemas nervoso e glandular, intimamente ligados às percepções sensoriais e às emoções.

É interessante problematizar e refletir sobre ocorrências comuns aos seres humanos, como as manifestações de mal-estar por ocasião de uma contusão muscular, de uma cólica menstrual, de um problema digestivo ou de uma situação de medo, por exemplo. Os estudantes podem compreender melhor a complexa integração entre os sistemas do corpo ao relacionar as substâncias produzidas pelas glândulas, a recepção de estímulos pelos órgãos dos sentidos, os impulsos nervosos que se encaminham à medula ou ao cérebro, a passagem de substâncias por meio de sinapses e as reações, voluntárias e involuntárias, desencadeadas em outros sistemas do organismo. Ao trabalhar um problema deste conteúdo, deve-se tornar clara a influência de diferentes fatores do ambiente ou do ciclo de vida manifestando-se na equilíbrio do corpo, dando elementos para que essas situações ocorram e solicitando ações e reações do corpo como um todo.

Nesses estudos, informações precisas podem ser sistematizadas pelos estudantes em situações coletivas, com ajuda do professor, a respeito das formas, da distribuição, dos modos de transportar mensagens relativas aos sistemas nervoso e glandular, sem que com isso seja necessário sobrecarregar na nomenclatura, complicada demais para os estudantes.

Em trabalhos práticos para estudo da sensibilidade de animais, é possível discutir o papel adaptativo dos sentidos na ativação de comportamentos voltados à preservação das espécies. Também são interessantes as investigações sobre os sentidos humanos, combinando-se trabalhos práticos, leituras e outros tipos de atividades, para conhecer os limites da percepção, as formas de energia e as substâncias perceptíveis, e como isso se dá nos diferentes órgãos dos sentidos.

Apesar de similares a outros animais na apreensão de diferentes informações do ambiente, é grande a diferença do ser humano quanto à capacidade de processar e responder promovida pelo cérebro humano. Novas descobertas e teorias sobre o cérebro têm sido divulgadas em publicações e em programas televisivos, cujos conteúdos podem ser interpretados pelos estudantes com a participação do professor. Também aqui se encontra oportunidade para colocar em discussão e sistematizar elementos da natureza do fazer científico, refletindo sobre o significado das inovações e de como elas foram obtidas.

O contexto de estudos do cérebro, da mente humana, também é o campo dos comportamentos, das emoções, da formação dos hábitos e de outras questões subjetivas, ligadas aos valores, de modo ainda mais evidente que em outros estudos do ser humano.

Muitos modos de vida têm causado comportamentos de risco, como a violência e o consumo continuado de drogas como álcool, barbitúricos, tranqüilizantes, antidepressivos e narcóticos. São polêmicas presentes no cotidiano, não raro associadas à gravidez indesejada e outros conflitos. Pode ser importante problematizar esses temas, interpretando dados e situações reais ou ficcionais, enfocando as polêmicas sociais e informações claras sobre o sistema nervoso. Pode-se também ressaltar a voluntariedade dos atos humanos, a capacidade de decisão sobre as próprias ações e de participação em ações grupais ou sociais, visando ao amadurecimento pessoal e do grupo a que pertence.

Ao explicar a ação de algumas drogas no nível das sinapses nervosas, os estudantes também organizam, com ajuda do professor, as relações entre estímulos do meio externo, as reações e o desenvolvimento do ser humano, inclusive no delicado equilíbrio entre estado de saúde e estado de doença, discutindo-se valores e atitudes envolvidos. Também é necessário sistematizar a noção do corpo como totalidade e que qualquer desequilíbrio localizado em um ponto abala todo o conjunto, como já se discutiu no texto de introdução ao eixo.

Em temas e problemas que analisam a realidade local e regional, são estudadas as manifestações, as causas e as políticas de saúde pública, preventiva ou emergencial, relativas às doenças que os estudantes, em seu próprio meio, devem conhecer para cooperar em seu controle. É importante focar tanto as doenças associadas ao convívio no ambiente como aquelas decorrentes do ciclo de vida, adquiridas pelo nascimento ou pela degeneração do próprio organismo. O “Autoconhecimento para o Autocuidado” e a “Vida Coletiva”, em conexão com o tema transversal Saúde, são conteúdos para se trabalhar em sala de aula.

Diferentes estudos permitem sistematizar conhecimentos sobre doenças humanas comuns causadas por outros seres vivos, como gripes, resfriados, micoses, diarreias e outras, bem como relacionar dados referentes ao aumento de disseminação das doenças humanas infecto-contagiosas, ao incremento da aglomeração humana e descuido da higiene ambiental. Por exemplo, mediante a análise de dados sobre incidência de doenças comuns no passado, como a poliomielite e a varíola, e a diminuição de outras, como o sarampo, reconhece-se a importância da vacinação em massa; enquetes sobre o contágio de doenças comuns entre os estudantes podem auxiliá-los a compreender a propagação de doenças infecto-contagiosas.

A defesa do organismo humano é conteúdo a ser focado. A pele, o muco do trato respiratório e alguns sucos digestivos de todos os vertebrados são mecanismos de defesa que agem prevenindo a entrada e a ação desses agentes externos. Quando essa primeira linha de defesa é vencida, são ativadas células especializadas, que atuam de diferentes modos, incluindo a produção de anticorpos. Essas células constituem o sistema imunológico e atuam na destruição do agente infeccioso, podendo causar sintomas como inflamação e febre. Trata-se agora de uma resposta específica, que se torna mais rápida e intensa por ocasião de um segundo ataque do mesmo agente. O mesmo efeito, ou seja, uma preparação do organismo para o contato com o agente infeccioso, pode ser conseguido pela imunização artificial, as vacinas, tanto para o ser humano como para os animais domésticos. Coqueluche, sarampo, tétano e poliomielite podem ser neutralizados por vacinas, as quais suavizam o seu primeiro contato com o organismo humano. Para outros agentes, como Aids, malária e doença de Chagas, ainda não se dispõe de vacinas. Quando as vacinas faltam ou não existem, o organismo pode sucumbir ao ataque desses agentes externos, que entram no organismo por vários tipos de contato e causam doenças de vários níveis de gravidade. Tais agentes tanto podem ser seres vivos ou substâncias injetadas por picadas de insetos, veiculado por poeira ou outro meio, aspirados ou ingeridos.

Em conexão com o eixo “Tecnologia e Sociedade” é interessante a investigação sobre a fabricação de vacinas e remédios que podem ajudar a eliminação de alguns sintomas, aliviando sofrimento, mas que nem sempre eliminam as causas das doenças, podendo derivar novos sintomas e conseqüências. É importante o acompanhamento médico e o prosseguimento do tratamento até o final, mesmo que desapareçam os sintomas. A história do conhecimento sobre os micróbios, com destaque para Pasteur e Koch, poderá trazer esclarecimento e interesse nos estudos da natureza do conhecimento científico.

Com Trabalho e Consumo e Saúde, a análise do consumo de remédios receitados por médicos e dentistas, o exame de seus rótulos e bulas, datas de validade, os critérios e perigos da automedicação devem acompanhar as discussões sobre a relação entre os estados de saúde e as condições de vida das populações humanas.

Quanto aos níveis de organização das estruturas dos organismos vivos, é um desafio interessante para o quarto ciclo o reconhecimento do nível celular, considerando-se a célula como unidade de vida. Para isso, pode-se auxiliar os alunos comparando-se, em panorama,

vários tecidos animais e vegetais com formas e funções diferenciadas. A organização básica das células, com membrana plasmática, citoplasma e material genético, caracteriza a unidade e sua relação no meio em que vive. Seja no tecido do qual faz parte, no caso dos pluricelulares, seja no ar, na água, no solo ou ainda no corpo de outros seres vivos, no caso dos unicelulares, as células têm processos comuns de sobrevivência, como a obtenção de energia, a produção de substâncias, a eliminação de excretas, o crescimento e a reprodução. Detalhes das estruturas ultramicroscópicas, bem como das funções metabólicas celulares, não são adequados a esta proposta.

Quanto às funções de reprodução, como se trata da característica fundamental para a vida, para a manutenção e evolução das espécies, é importante que os estudantes comparem em bactérias, algas, animais, vegetais como é o processo reprodutivo. Destacam-se alguns aspectos fundamentais, como processos assexuais ou sexuais, existência de células especializadas para a reprodução (gametas), fecundação interna ou externa ao corpo, as várias formas de proteção para o desenvolvimento do embrião e o cuidado dos pais com os descendentes jovens, localizando-se o ser humano nessas discussões.

É importante um melhor conhecimento das mudanças hormonais relacionadas ao amadurecimento sexual dos adolescentes e ao conhecimento das células sexuais, agora enfocando-se com maior ênfase o processo de fecundação (reunião de gametas para formação da célula-ovo), a gestação e os partos natural e cesáreo.

A partir da formação da célula-ovo podem ser discutidos alguns fenômenos de herança biológica no ser humano, compreendendo-se as manifestações de algumas características em gerações alternadas, possibilitando também discutir, no nível dos cromossomos, a atuação dos agentes mutagênicos e os efeitos da mutação na transmissão hereditária de informações. O estudo das Leis de Mendel, seu tratamento estatístico e a estrutura gênica molecular não são enfoques adequados aos estudantes deste ciclo.

No quarto ciclo, alunos e alunas já têm conhecimentos sobre o processo de gravidez. No entanto, a gravidez precoce e indesejada está bastante relacionada à utilização inadequada ou à não utilização de métodos anticoncepcionais. A coleta e análise desses dados, bem como a comparação entre os vários métodos quanto à sua utilização correta, ao seu modo de ação, eficiência e efeitos colaterais, devem deixar os jovens mais seguros quanto às suas atitudes práticas.

Associado a essa discussão, é necessário investigar os modos de transmissão, a prevenção e principais sintomas das doenças sexualmente transmissíveis, enfatizando-se as formas de contágio, a disseminação alarmante e a prevenção de Aids, relacionadas aos processos do sistema imunológico e às políticas de informação da população.

Em estudos relativos à sexualidade, as informações devem ser claras e objetivas, combatendo preconceitos que atrapalham o desenvolvimento e valorizando o respeito ao próprio corpo, às vontades e às dúvidas, bem como o respeito ao corpo e aos sentimentos dos parceiros, na perspectiva do respeito mútuo e da convivência solidária. São conteúdos

nem sempre fáceis de serem trabalhados, uma vez que envolvem muitos aspectos emocionais que devem permear as discussões para que as idéias se constituam de forma mais integral e resultem em comportamentos positivos que valorizam e enriquecem a vida dos alunos e alunas. É importante que atividades específicas sejam desenvolvidas, como debates, produção de cartazes e textos, dramatização e outras que enfoquem atitudes e valores.

Muitas questões relativas à saúde em geral, à prevenção de Aids em particular, à sexualidade, ao uso e abuso de drogas, referem-se ao ser humano em sua dimensão social e, assim, relacionam-se com as questões relativas à cultura, às relações interpessoais, familiares e grupais, à ética nas relações e na participação social como cidadão, às perspectivas de integração no mundo do trabalho. São pertinentes e necessárias às aulas de Ciências, quando se trabalha com os assuntos e temas referentes ao ser humano.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- compreensão do organismo humano como um todo, interpretando diferentes relações e correlações entre sistemas, órgãos, tecidos em geral, reconhecendo fatores internos e externos ao corpo que concorrem na manutenção do equilíbrio, as manifestações e os modos de prevenção de doenças comuns em sua comunidade e o papel da sociedade humana na preservação da saúde coletiva e individual;
- reconhecimento de processos comuns a todas as células do organismo humano e de outros seres vivos: crescimento, respiração, síntese de substâncias e eliminação de excretas;
- compreensão dos sistemas nervoso e hormonal como sistemas de relação entre os elementos internos do corpo e do corpo todo com o ambiente, em situações do cotidiano ou de risco à integridade pessoal e social, valorizando condições saudáveis de vida;
- compreensão dos processos de fecundação, gravidez e parto, conhecendo vários métodos anticoncepcionais e estabelecendo relações entre o uso de preservativos, a contracepção e a prevenção das doenças sexualmente transmissíveis, valorizando o sexo seguro e a gravidez planejada.

TECNOLOGIA E SOCIEDADE

No quarto ciclo, os estudos neste eixo propõem aprofundamento no conhecimento dos sistemas tecnológicos com maior impacto social e ambiental. Em conexão com “Vida e Ambiente”, é trabalhado o conhecimento e a valorização dos recursos naturais em sua diversidade, apontando-se também espaço de discussão de temas transversais, como

Trabalho e Consumo e Meio Ambiente, ao indicar os conteúdos que interessam às discussões sobre desenvolvimento sustentado e consumismo, por exemplo.

É preciso evidenciar que os seres humanos, em sociedade, exploram não apenas estoques de materiais, mas intercedem em ciclos naturais, de modo crescentemente acentuado nos últimos séculos, levando a alterações profundas na biosfera e à criação de novas necessidades nas sociedades humanas, como a recuperação de ambientes degradados e a reciclagem de materiais.

É importante levar em conta que a compreensão do que é um recurso natural de interesse tecnológico muda muito, e muda muito rapidamente, pois depende tanto da evolução do conhecimento técnico-científico quanto da evolução das formas de produção. A pecuária, por exemplo, que hoje é essencialmente fonte de alimentação e de matéria-prima (carne e couro), também teve interesse “energético”, considerada a tração animal de arados, engenhos, o transporte de pessoas e de cargas, a gordura animal na iluminação e esterco seco como combustível. Os animais já foram essenciais até mesmo para as comunicações. Há pouco mais de um século, o correio a cavalo era uma das formas mais ágeis de trocar informações, algo impensável para gerações que vêem o telégrafo sem fio como coisa do passado, nestes dias de redes informáticas e TVs interativas.

Atualmente, o crescimento absoluto da população do mundo e o crescimento relativo da parcela urbana das populações são processos que, paralelamente à evolução tecnológica, mudam a quantidade e a qualidade das necessidades humanas, que comandam a intervenção efetuada sobre o meio ambiente. A agricultura extensiva, especialmente nas monoculturas, a deposição de rejeitos industriais nos rios, a inundação de grandes áreas por barragens hidrelétricas, são exemplos de ações que garantem recursos a grandes concentrações de pessoas, mas, ao mesmo tempo, degradam as condições de vida e dificultam a obtenção de outros recursos importantes, como a água potável, só para mencionar o mais essencial. Estes são fatos que sinalizam a necessidade de, ao discutir e conceituar os recursos naturais, colocar em evidência as relações entre custos e benefícios para a qualidade de vida das populações humanas e para o ambiente, associados à extração e transformação de diferentes recursos.

Ao estudar determinados temas ou problemas com esse enfoque, podem ser retomados e sistematizados conteúdos propostos para ciclos anteriores, como as causas e os efeitos da poluição, as fontes e transformações de energia, as transformações das substâncias em processos tecnológicos ligados ao transporte, agricultura, manufatura e indústria de bens e serviços. Agora podem ser examinadas as relações de mão dupla entre as necessidades das populações humanas e o desenvolvimento e aplicações de tecnologias, considerando-se dados de realidade e processos históricos, cotejando-se custos e benefícios de diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas.

A classificação dos recursos naturais entre “renováveis” e “não-renováveis” pode ser abordada, discutindo-se inclusive a instabilidade atual desses conceitos, uma vez que a interferência excessiva nos ciclos naturais tem levado à multiplicação de casos de escassez ou de destruição de recursos que, como a água e o solo fértil, são renovados pelos ciclos da natureza. São exemplos desses casos a escassez da água potável na área metropolitana de

São Paulo, o envenenamento do subsolo por agrotóxicos em regiões de agricultura na Europa, no meio-oeste americano e no oeste paulista. Portanto, ao analisar a situação planetária atual, essa classificação deve ser trabalhada criticamente. Além disso, os recursos naturais podem ser classificados segundo diferentes critérios, como suas origens, seus usos e as tecnologias envolvidas.

O ciclo da água, essa grande “máquina térmica” tocada a energia solar, além de alimentar os rios, e com eles a fertilização agrícola pela irrigação das margens, gera o meio dinâmico onde vivem os peixes, que também são alimento. Uma vez represado em grandes comportas, esse mesmo ciclo possibilita a hidreletricidade. Os mais diversos processos industriais utilizam a água, seja diretamente, seja para a limpeza ou para refrigeração.

Selecionando-se temas e problemas de importância regional e local, ao lado de outros mais universais, as transformações da água em usos tecnológicos podem ser enfocadas. A obtenção e o tratamento de água potável podem ser trabalhados, dando margem à experimentação e compreensão dos processos envolvidos na purificação da água — floculação, decantação, filtração e cloração — e abordando-se as misturas e separações de substâncias. A distribuição de água limpa, caso não tenha sido abordada no terceiro ciclo, junto aos equipamentos do cotidiano, também pode ser trabalhada. O tratamento de água para distribuição, entretanto, não deve ser confundido com reciclagem de água, que é promovida apenas pelo ciclo da água, em última instância, pelo Sol. A investigação por grupos de alunos sobre relações entre condições de saúde, consumo da água limpa e a qualidade de vida, em sua ou em outras comunidades, também comporta esses conteúdos.

A comparação do funcionamento das hidrelétricas com as termoelétricas (vapor aquecido pela queima de combustível, no lugar de queda-d’água), com o funcionamento das termonucleares (vapor aquecido por reações nucleares) proporciona estudos de diferentes conteúdos. Está em pauta a discussão sobre as transformações das formas de energia, sua origem, os recursos tecnológicos necessários às transformações. Com especial interesse, são enfocados os problemas de impacto ambiental ligados aos diferentes modos de obter energia, tema que pode ser trabalhado com auxílio de interpretação e debate de artigos de jornal e revistas de circulação nacional, enfocando-se casos específicos de inundação para construção de barragens, vazamento de material radiativo e os riscos que representam ao ambiente e à saúde do ser humano.

Ao focar a agricultura, é importante considerá-la como atividade para a obtenção de diferentes recursos. É por meio dela que se obtêm materiais como a madeira, que é a um só tempo elemento construtivo — tábuas e vigas —, elemento energético — lenha — e matéria-prima industrial — papel. A mesma agricultura produz recursos energéticos, como o álcool, e, obviamente, os energéticos mais essenciais, os alimentos.

É importante compreender toda a agricultura como uma apropriação específica da energia solar e dos ciclos dos materiais. O ciclo do carbono garantido pela luz solar, além de alimento também é o álcool utilizado como combustível. É importante a compreensão de que a retirada de alimentos e demais produtos agrícolas em larga escala também é a retirada significativa de materiais que, sem a interferência do ser humano, voltariam para o solo e para o ciclo dos materiais naquele ambiente. Para plantar novamente, é necessário repor

substâncias. Esta é uma característica que leva a se considerar o solo como recurso renovável, mas o renovar aqui significa ação humana: tecnologia, trabalho e outros custos. Ao discutir esse tema em regiões agrícolas, por exemplo, é importante o levantamento e o debate sobre custos, inclusive os que representam cuidados com a saúde e qualidade de vida daqueles que operam as monoculturas.

Ao discutir o solo e atividades agrícolas, retomam-se estudos já propostos para o segundo ciclo, com maior profundidade e abrangência. Agora, a fertilização, a irrigação ou a drenagem dos solos agriculturáveis podem ser trabalhados considerando-se seus aspectos físico-químicos, associando-se suas características aos processos de correção e aos ciclos naturais. Por exemplo, o estudo dos fertilizantes, a partir de rótulos de produtos comerciais, oferece elementos para se discutir o que são os sais minerais do solo, sua origem e destino, em conexão com o estudo dos ciclos dos materiais, apontados em “Vida e Ambiente”. A avaliação da acidez do solo e sua correção, pelas atividades experimentais, pode ser útil na abordagem do conceito “ácido”, entre as propriedades das soluções.

Os processos de degradação de ambientes por queimadas, desmatamento e conseqüente erosão do solo, ao lado de medidas de contenção e correção, também podem ser retomados, buscando-se uma abordagem mais ampla que no segundo ciclo, por meio de suas relações com os ciclos dos materiais. Possíveis alterações climáticas decorrentes de grandes desmatamentos, nos casos de construção de barragens, podem ser discutidas, levando-se em conta as alterações da circulação de água no ar, no solo e subsolo, diminuição da biomassa e, portanto, da evapotranspiração. A leitura e a discussão de textos paradidáticos, artigos de jornal e a preparação de sínteses são atividades possíveis neste conteúdo.

Ao abordar a degradação de ambientes em áreas urbanas, retomam-se os estudos sobre poluição do ar, da água e do solo, associando-se a compreensão da origem dos diferentes materiais poluentes ou presentes no lixo, nos processos de reciclagem. Aqui também é importante a compreensão da constituição dos materiais por substâncias, trabalhando-se sobre a origem dos diferentes materiais que compõem o lixo, e as possibilidades de reciclagem de alguns materiais em função das propriedades de seus componentes e disponibilidade de tecnologias específicas. É interessante a experimentação com diferentes materiais que compõem o lixo doméstico, discutindo-se o significado da biodegradação. A avaliação de montantes de lixo nas cidades, balizada pelos conceitos estatísticos de Matemática, ajuda a discutir as dimensões de aparatos tecnológicos para a solução do problema do lixo.

Ao focar a mineração, é interessante indicá-la como modo de obtenção de materiais, tais como o minério de ferro, essencial à produção do aço, ou a obtenção de energia, pelo carvão mineral, gás natural e petróleo, assim como a obtenção de alimento, que é o caso do sal. Também é interessante o estudo sobre distribuição de jazidas no território nacional, ao lado de outras investigações de interesse científico e tecnológico, esclarecendo-se como se dá a separação de minérios e minerais e casos de impacto ambiental por exploração a céu aberto, como no caso do minério de ferro. O levantamento da diversidade de usos de determinados metais associados às suas propriedades físico-químicas também pode ser investigado mediante algumas experimentações e buscando informações nas leituras e entrevistas, quando for possível.

Muito importante neste eixo temático é a investigação sobre o processo de destilação de petróleo nas refinarias para a produção de gasolina, diesel e querosene, estudo que coopera para a formação de conceitos centrais, como substância e separação de substâncias. Esses trabalhos podem estar acompanhados da experimentação e explicação do processo de destilação da água, buscando-se a comparação entre um e outro processo e facilitando-se a compreensão do conceito de substância.

A investigação sobre a indústria de bens e serviços pode ser abordada em conjunto com cada um dos temas de estudo de exploração de recursos naturais, considerando-se a seqüência de transformações que os diferentes recursos sofrem desde sua extração até a produção de diferentes bens. As visitas a locais de produção são atividades fundamentais aqui, quando os estudantes têm oportunidade de observação direta de maquinários e processos de produção. As entrevistas com pessoas que trabalham na produção também são úteis. As seqüências de transformações físicas e químicas são conteúdos a serem trabalhados, ao lado das questões ligadas ao consumo dos produtos específicos em estudo e o destino de rejeitos da indústria.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- compreensão de processos de recuperação e degradação de ambientes por ocupação urbana desordenada, industrialização, desmatamento, inundação para construção de barragem ou mineração, cotejando custos ambientais e benefícios sociais, valorizando a qualidade de vida;
- investigação de processos de extração e produção de energia e substâncias obtidas por diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas, sua transformação na indústria de produção de bens, valorizando a preservação dos recursos naturais;
- compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias, associada à compreensão dos processos de transformação de energia e de materiais, valorizando condições de saúde e qualidade de vida.

Critérios de avaliação para o quarto ciclo

O processo amplo de avaliação envolve muitos outros fatores além desses critérios e estão discutidos na primeira parte deste documento e no documento de Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Os critérios de avaliação estão referenciados nos objetivos, mas, como se pode notar, não coincidem integralmente com eles. Os objetivos são metas, balizam e orientam o ensino, indicam expectativas quanto ao desenvolvimento de capacidades pelos estudantes ao longo de cada ciclo. Sabe-se, no entanto, que o desenvolvimento de todas as capacidades não se completa dentro da duração de um ciclo. Assim, é necessário o estabelecimento de critérios

de avaliação que indiquem as aprendizagens básicas para cada ciclo, dentro do conjunto de metas que os norteia. São aprendizagens que associam conceitos, procedimentos e valores em processos específicos da sala de aula.

Assim, cada critério pode orientar avaliações das diferentes dimensões dos conteúdos, mas, ao utilizá-lo como subsídio, deve-se adequá-los para a situação concreta de sala de aula, considerando-se quais conceitos, procedimentos e atitudes foram efetivamente discutidos e promovidos.

- **Utilizar, individual e coletivamente, diferentes fontes de informação para buscar dados e explicações sobre um tema em estudo, propondo sínteses e comparando o valor relativo das diferentes fontes.**

Com esse critério pretende-se indicar a importância de os estudantes do quarto ciclo possuírem certa autonomia na busca de informações em fontes variadas, sabendo apreciar a importância de utilização de diferentes fontes para a composição de um quadro mais geral de um tema, e reconhecendo que cada fonte (experimento, enciclopédia, artigo de jornal e revista etc.) tem uma contribuição diferente para sua própria síntese.

- **Comparar as teorias geocêntrica e heliocêntrica em relação aos movimentos dos corpos celestes, reconhecendo as diferentes concepções de Universo e sua importância histórica.**

A partir de observações diretas, leituras e representação do modelo heliocêntrico de Sistema Solar em desenhos proporcionais ou maquetes, deseja-se que os estudantes possam reconhecer as rupturas necessárias à concepção de novos modelos.

- **Interpretar processo de recuperação ou de degradação em ambiente da sua região ou em local distante, utilizando conhecimentos sobre exploração de recursos naturais e interferência do ser humano nos ciclos naturais.**

Utilizando notícias divulgadas na mídia e dados de observação direta sobre ocupação urbanadesordenada, desmatamento, inundaçãoououtrosproblemasambientais, osestudantes devem interpretar a interferência do ser humano no meio próximo ou distante, utilizando conhecimentos sobre o ciclo de materiais e o fluxo de energia. Também deverão considerar processosde produção, distribuiçãoetransformaçãodemateriais, substânciaseenergia, aplicando conceitoscientíficosereconhecendoprocedimentosutilizadosparaesses estudos.

- **Situar o surgimento da Terra, da água, da atmosfera oxigenada, de grupos de seres vivos e outros eventos significativos em escala temporal para representar a história do planeta.**

A partir de leituras e da elaboração de escalas de tempo, deseja-se que os estudantes possam situar o surgimento da Terra há cerca de 4,5 bilhões de anos, dos primeiros seres vivos há 3,5 bilhões de anos e a maioria dos grupos de seres vivos a partir de 600 milhões de anos atrás.

- **Reconhecer relações entre as funções de nutrição, as reguladoras e as reprodutivas no organismo humano, tanto no seu funcionamento normal como em situações de risco.**

O funcionamento normal do organismo e suas alterações em situações de risco (abuso de drogas, sexo sem preservativos, violência, automedicação e alimentação inadequada) devem ser explicadas pelos estudantes, utilizando conhecimentos sobre as funções de nutrição, de regulação e reprodutivas. A discussão sobre atitudes e valores pode ser recuperada, e procedimentos de obtenção e organização de informações podem ser reconhecidos nos diferentes momentos do processo.

- **Comparar exemplos de utilização de tecnologias em diferentes situações culturais, avaliando o papel da tecnologia no processo social e explicando as transformações de matéria, energia e vida.**

Diferentes tecnologias de extração, de cultivo ou ligadas à indústria de bens de consumo, ou de produção de energia, especificamente estudadas, devem ser explicadas pelos estudantes ao organizarem etapas de transformação de matéria e energia. O impacto dessas tecnologias no modo e qualidade de vida das comunidades humanas também é avaliado. A tomada de posição sobre questões discutidas em sala de aula pode ser recuperada, e procedimentos de obtenção e organização de informações podem ser reconhecidos nos diferentes momentos do processo. Conhecimentos conceituais particularmente tratados também devem ser avaliados.

- **Em situações coletivas, participar de debates para a solução de problemas, colocando suas idéias e reconsiderando sua opinião em face de evidências obtidas por diferentes fontes de informação, inclusive de caráter histórico, elaborando sínteses como conclusão de trabalhos.**

Em diferentes momentos do ensino e aprendizagem, os estudantes deverão trabalhar a discussão de problemas. Com este critério pretende-se avaliar se os estudantes, individualmente ou em grupo, são capazes de reconsiderar sua opinião inicial, inclusive com base na História da Ciência, avançando os conhecimentos sobre um tema em estudo. Também deverão ser capazes de elaborar síntese, na forma de texto informativo, durante e nas conclusões de trabalhos, bem como levantar novas questões ou problemas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS PARA TERCEIRO E QUARTO CICLOS

Com a finalidade de subsidiar o educador, tanto para a elaboração de planejamentos quanto para a condução do processo de aprendizagem de seus estudantes, este documento aborda orientações didáticas gerais para o planejamento de unidades e projetos, visando à integração de conteúdos por meio de temas de trabalho, para a intervenção problematizadora, para a busca de informações em fontes variadas e para a sistematização de conhecimentos. As orientações para avaliação encontram-se na primeira parte deste documento e nos critérios de avaliação para cada ciclo.

Planejamento: unidades e projetos

Um planejamento anual é composto por unidades ou projetos para a abordagem de temas de trabalho escolhidos. São duas formas semelhantes de desenvolver conteúdos e objetivos para um aprendizado ativo. Uma importante diferença é que nos projetos abre-se espaço para uma participação mais ampla dos estudantes, pois várias etapas do processo são decididas em conjunto e seu produto é algo com função social real: um jornal, um livro, um mural, uma apresentação pública etc.

Na unidade de planejamento, há uma possível seqüência de etapas:

- apresentação do tema pelo professor, que pode consistir em exposição dialogada (conversa com os estudantes) ou acompanhada de algum recurso didático, como passar um trecho de filme, apresentar uma notícia de jornal ou outra situação concreta para iniciar a problematização. Nesta etapa é importante a apresentação dos fatos, levantamento de interpretações, dúvidas e questões dos próprios estudantes, que o professor organiza, mas não explica completamente;
- delimitação dos problemas que serão investigados e levantamento de hipóteses para sua solução. Os conhecimentos prévios dos estudantes manifestam-se em suas hipóteses ou interpretações dos problemas e devem ser registrados coletivamente, para posterior comparação com os conhecimentos sistematizados;
- investigação propriamente dita, com a utilização das fontes de informação e outros recursos didáticos, como jogos e simulações. O professor, com a participação dos estudantes,

propõe as fontes mais adequadas para cada uma das questões. Durante esta etapa há confronto entre as hipóteses iniciais e as informações obtidas, e os estudantes reestruturam explicações. As diferentes atividades, como exploração bibliográfica, entrevista, experimentação, trabalho de campo ou outras, devem ser registradas de diferentes formas, para proporcionar melhor aprendizagem;

- sistematização final de conhecimentos, com a apresentação de seminário, relatório ou outras formas de conclusão, também podem compor a avaliação individual e grupal;
- realização de exercícios finais e auto-avaliação dos estudantes. Nesta etapa, como na anterior, a comparação entre os resultados e os conhecimentos prévios interessam também para o aluno reconhecer e valorizar seu processo de aprendizagem.

O projeto é uma forma de trabalho em equipe que favorece a articulação entre os diferentes conteúdos da área de Ciências Naturais e desses com os de outras áreas do conhecimento e temas transversais. Estudos de temas polêmicos para a comunidade, que devem envolver gente de fora da comunidade escolar, são preferencialmente trabalhados em projetos, para ampla avaliação e participação.

Todo projeto é desenhado como uma seqüência de etapas que conduzem ao produto desejado, todas elas compartilhadas com os estudantes e seus representantes. De modo geral, as etapas podem ser: a definição do tema; a escolha do problema principal que será alvo de investigação; o estabelecimento do conjunto de conteúdos necessários para que o estudante realize o tratamento do problema colocado; o estabelecimento das intenções educativas, ou objetivos que se pretende alcançar no projeto; a seleção de atividades para exploração e conclusão do tema; a previsão de modos de avaliação dos trabalhos e do próprio projeto.

Atividades de sistematização final de um projeto têm como intenção: reunir e organizar os dados, interpretá-los e responder o problema inicialmente proposto, articulando as soluções parciais encontradas no decorrer do processo; e organizar apresentações ao público interno e externo à classe. Dependendo do tema e do ciclo em que se realizou o projeto, as apresentações podem incluir elaboração de folhetos, jornal, cartazes, dramatizações, maquetes, comunicações orais ou exposições de experimentos.

Existem várias avaliações envolvidas na execução de projetos:

- avaliações voltadas a dar acompanhamento aos grupos que realizam o projeto, que o professor realiza observando as

contribuições individuais e resultados parciais dos grupos. Esse modo de avaliação permite que o professor detecte as dificuldades e ajude os estudantes a superá-las;

- auto-avaliação durante o projeto; é um instrumento que permite ao professor e aos próprios estudantes conhecerem as dificuldades e as aquisições individuais;
- avaliação final dos projetos sobre as apresentações feitas pelos grupos, quando se apreciam as aprendizagens de conteúdos realizadas;
- avaliação do processo e produtos dos projetos pelos educadores que participaram direta ou indiretamente, tendo em vista considerar quais aspectos alcançaram as intenções pretendidas e quais devem ser aperfeiçoados, as causas das dificuldades e como, de uma próxima vez, será possível superá-las. Essa avaliação deve ser registrada, para que não se percam seus resultados.

Temas de trabalho e integração de conteúdos

Embora a descrição dos conteúdos esteja em cada eixo temático deste documento, há a intenção de que o ensino aconteça contemplando mais de um eixo e temas transversais em um mesmo tema de trabalho selecionado pelo professor, o que também se discute na primeira parte deste documento. Fazê-lo na prática constitui um desafio para todos.

As tendências pedagógicas mais atuais de ensino de Ciências apontam para a valorização da vivência dos estudantes como critério para escolha de temas de trabalho e desenvolvimento de atividades. Também o potencial para se desenvolver a interdisciplinaridade ou a multidisciplinaridade é um critério e pressuposto da área. Buscar situações significativas na vivência dos estudantes, tematizá-las, integrando vários eixos e temas transversais, é o sentido dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais. Portanto, é necessário identificar essas situações e formular atividades de ensino para a elaboração de projeto ou unidade de ensino. Este é o espaço de produção de todos os professores e educadores da área científica, ao produzir currículos significativos e interessantes aos estudantes.

A título de exemplo, são apresentados desdobramentos de conteúdos a partir de um tema de trabalho: “Como o ser humano percebe e se relaciona com o meio em que se encontra?”, com grande potencial interdisciplinar e da vivência dos estudantes. É tema interdisciplinar uma vez que as diversas Ciências (Física, Química, Biologia, Ecologia, História da Ciência, Geologia) já construíram instrumentos teóricos e conhecimentos

sistemizados que permitem a investigação e a descrição dessa realidade humana em diferentes níveis. A seguir, são apresentados alguns conteúdos pertinentes ao tema. Evidentemente, a escolha dos conteúdos para a realização concreta de um planejamento do tema depende tanto da realidade local e regional como das características dos estudantes em seu ciclo de escolaridade.

Em relação ao tema “Como o ser humano percebe e se relaciona com o meio em que se encontra?”, propõem-se, por exemplo, investigações sobre os órgãos dos sentidos e a sensibilização dos receptores pelo meio externo, seu funcionamento interno, sua integração por meio do sistema nervoso, os desvios ou mau funcionamento e a correção por meios tecnológicos (lentes, aparelhos para surdez), as condições para manutenção da saúde. São próprias da Física as investigações das formas de energia e sua intensidade, que chegam aos órgãos externos para sensibilizá-los, dos tipos de ondas de energia (mecânica e eletromagnética), a propagação das ondas no meio, suas propriedades (cores, timbres e alturas sonoras), as transformações tecnológicas de energia e sua aplicação em receptores de ondas de rádio, TV, telefone e outras formas de comunicação humana e com o meio. São conteúdos pertinentes a “Ser Humano e Saúde” e “Tecnologia e Sociedade”, podendo integrar também com o tema transversal Saúde. Experimentações acompanhadas de hipotetização, leituras informativas, entrevista com agentes de saúde e registros (tabelas, gráficos, relatórios, texto informativo acompanhando maquete ou cartaz) são procedimentos adequados para trabalhar em conjunto com esses conceitos.

Alguns conhecimentos fundamentais da Química são abordados nas investigações e descrições relativas ao paladar e olfato. A sensibilização desses sentidos é feita pela interação com as partículas constituintes de certas substâncias presentes nos materiais que possuem cheiro e/ou gosto. As características das substâncias são percebidas quando o número de partículas que chegam aos respectivos órgãos for suficiente para sensibilizar receptores olfativos ou gustativos. É importante que os estudantes compreendam que as características olfativas de um perfume, por exemplo, são próprias das partículas constituintes de alguma substância que compõe esse perfume e que essa substância tem nome e representação química características. Algumas informações a esse respeito são obtidas nos rótulos de produtos. Experimentar, vivenciar e interpretar os limites da capacidade olfativa (percepção ou não de cheiros diluídos, por exemplo) são exemplos de procedimentos deste tema. Conhecer e valorizar condições para a saúde visual e auditiva também podem estar entre os objetivos relativos ao tema.

O mesmo tratamento é possível para as substâncias que dão sabor aos alimentos. Tal abordagem permite direcionar a formação de conceitos químicos fundamentais, sem entrar no formalismo com que essa disciplina escolar é normalmente tratada e permite a formação do pensamento químico sobre o ambiente e o meio social. Novas questões tecnológicas (eixo “Tecnologia e Sociedade”) podem ser tratadas ainda nesse estudo, como o uso de aditivos em alimentos, substâncias com certas características que interagem sobre as papilas gustativas ou mucosa olfativa, realçando sabores e resultando odores

característicos. As discussões podem orientar a formação de valores e atitudes relacionadas ao consumo de alimentos e outros produtos, junto com Trabalho e Consumo.

Ligados ao eixo “Vida e Ambiente”, podem ser feitos estudos sobre formas de interação de outros seres vivos com o meio, diante de referenciais da Biologia, já utilizando e desenvolvendo conceitos como as trocas de substâncias e conversões de energia pelos vegetais, o estudo comparativo entre órgãos sensoriais dos seres humanos e de outros animais.

Outra opção de estudo é discutir a intervenção do ser humano no controle e manejo da produção animal e vegetal, com uso de agrotóxicos, hormônios, controle biológico de pragas e uso de feromônios no controle de insetos, tema que, por sua extensão e relevância social, poderia constituir toda uma unidade ou um projeto de Ciências Naturais adequado para o ciclo final.

Essas sugestões, longe de esgotar o assunto, visam somente estimular o debate entre educadores da área das Ciências Naturais sobre possibilidades de desenvolver a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade na prática escolar. Nesse sentido, a comunicação e troca de práticas concretizadas em congressos, encontros ou revistas de ensino, por exemplo, colocam resultados e possibilidades didáticas à disposição de um público mais amplo, podendo beneficiar um maior número de estudantes e professores.

Problematização

Os estudantes desenvolvem em suas vivências fora da escola uma série de explicações acerca dos fenômenos naturais e dos produtos tecnológicos, que podem ter uma lógica diferente da lógica das Ciências Naturais, embora, às vezes a ela se assemelhe. De alguma forma, essas explicações satisfazem suas curiosidades e fornecem respostas às suas indagações. São elas o ponto de partida para o trabalho de construção de conhecimentos, um pressuposto da aprendizagem significativa.

As vivências dos estudantes podem estar ligadas aos mais diferentes fenômenos naturais ou tecnológicos. A seleção de qual fenômeno problematizar é, geralmente, de iniciativa do professor, tendo em vista os conceitos científicos que deseja desenvolver junto a seus estudantes. No processo da problematização os estudantes farão tentativas de explicação segundo suas vivências, e isso pode ser insuficiente para a situação em estudo. Conflitos de compreensão e de explicação podem acontecer no processo. A participação do professor passa a ser fundamental para que as vivências e conhecimentos atinjam novo patamar, mais próximos das explicações próprias da Ciência. Cabe a ele trazer os conceitos científicos para o contexto, a fim de que contribuam no entendimento da situação e na resolução dos problemas constituídos no processo.

Definido um tema de trabalho, é importante o professor distinguir quais questões

sobre o tema são problemas para si próprio, que têm sentido em seu processo de aprendizagem das Ciências Naturais, e quais terão sentido para os estudantes, estando, portanto, adequadas ao seu desenvolvimento esperado no ciclo. Deve-se também distinguir entre as questões que de fato mobilizam para a aprendizagem — os problemas — e outras que são ilustrativas e coloquiais. O interesse por problemas ligados a temas depende também de sua contextualização e seus possíveis significados pessoais e sociais.

Por exemplo, supondo-se uma classe trabalhando com o tema da alimentação nos seres vivos. Frequentemente os estudantes já sabem que os animais se alimentam de plantas, de outros animais ou de ambos. Todos já cultivaram plantas ou cuidaram delas. Por isso, sabem que estão fixadas no solo, que recebem água, adubos e que se desenvolvem na presença de luz. Possivelmente, pensam que as plantas se alimentam da terra e da água que consomem pela raiz. Sabe-se, entretanto, que as plantas produzem seu próprio alimento energético no processo da fotossíntese, no qual a água, a luz do sol e gás carbônico do ar são usados para a obtenção de glicose.

As perguntas do professor levarão os estudantes a responderem conforme seus conhecimentos, muitas vezes tácitos e de senso comum, outras vezes mais elaborados e refletidos. Que perguntas poderão gerar conflitos sobre a alimentação das plantas? Como poderão compreender que a terra não é alimento para as plantas? Por exemplo, o professor poderá perguntar à classe: “Se as plantas retiram alimento da terra, por que a terra dos vasos não diminui?”, “Como explicar o fato de algumas plantas sobreviverem em vasos apenas com água?” e “Como algumas plantas vivem sobre outras plantas, com as raízes expostas (algumas samambaias, orquídeas)?”.

Nesse processo, o professor, os estudantes e outras fontes de informações, como experimentações e observações, trazem para o contexto outros conhecimentos elaborados pela Ciência. Esses conhecimentos tornam-se significativos à medida que permitem explicar sob um novo ponto de vista a situação problematizada.

Um processo de problematização assim conduzido permite que os movimentos essenciais do desenvolvimento intelectual do aluno aconteçam: o conhecimento conceitual adquire significado na vivência dos estudantes e as situações da vivência passam a ser analisadas com maior grau de generalização e abstração. Ou seja, o conhecimento científico passa a fazer parte da vida dos estudantes, e não apenas da vida escolar, para dar conta das tarefas.

A problematização, pensada nesses termos, busca promover o confronto das vivências e conhecimentos prévios dos estudantes com o conhecimento científico e, com isso, o desenvolvimento intelectual dos estudantes. Os problemas tomam forma nesse processo interativo que engloba a busca de soluções, enquanto os sujeitos vão se constituindo com novos conhecimentos próprios da Ciência.

Busca de informações em fontes variadas

A busca de informações em fontes variadas é procedimento importante para o ensino e aprendizagem de Ciências. Além de permitir ao estudante obter informações para a elaboração/reelaboração de suas idéias e atitudes, é fundamental para o desenvolvimento de autonomia com relação à obtenção do conhecimento.

São modalidades desse procedimento a observação, a experimentação, a leitura, a entrevista, a excursão ou estudo do meio e o uso de informática, por exemplo.

É importante que se tenha claro que a construção do conhecimento não se faz exclusivamente a partir de cada um desses procedimentos, nem com todos simultaneamente. Eles se constituem, como o próprio nome diz, em modos diferentes de obter informações e devem estar articulados em um plano de trabalho mais amplo.

OBSERVAÇÃO

A observação é o mais geral e básico de todos os procedimentos em Ciências Naturais. Está presente em diferentes momentos, como nas comparações, nos trabalhos de campo, nas experimentações, ao assistir um vídeo, por exemplo.

A capacidade de observar já existe em cada pessoa, à medida que, olhando para objetos determinados, pode relatar o que vê. Deve-se considerar as observações dos estudantes que só são conhecidas pelos colegas e professor quando comunicam o que vêem, seja oralmente ou por meio de registros escritos ou desenhos. Mas observar não significa apenas ver, e sim buscar ver melhor, encontrar detalhes no objeto observado, buscar aquilo que se pretende encontrar. Sem essa intenção, aquilo que já foi visto antes — no caso dos ambientes do entorno, do céu, do corpo humano, das máquinas utilizadas habitualmente etc. — será reconhecido dentro do patamar estável dos conhecimentos prévios. De certo modo, observar é olhar o “velho” com um “novo olho”, guiado pelo professor.

Para desenvolver a capacidade de observação dos estudantes é necessário, portanto, propor desafios que os motivem a buscar os detalhes de determinados objetos, para que o mesmo objeto seja percebido de modo cada vez mais completo e diferente do modo habitual.

Assim, a observação na área de Ciências Naturais é um procedimento previamente planejado. A comparação de objetos semelhantes, mas não idênticos; perguntas específicas sobre o lugar em que se encontram objetos determinados, sobre suas formas, seu funcionamento, ou outros aspectos que se pretende abordar com os estudantes, são incentivos para a busca de detalhes no processo de observação.

Também a supervisão de quem sabe o que mostrar — o próprio professor, um guia ou um monitor — durante atividades de observação são valiosas para que os estudantes percebam os detalhes do objeto observado.

Existem dois modos de realizar observações. O primeiro, estabelecendo-se contato direto com os objetos de estudo: ambientes, animais, plantas, máquinas e outros objetos que estão disponíveis no meio. Acontecem em estudos de meio ou dentro da sala de aula. O segundo, por meio de recursos técnicos ou seus produtos, são observações indiretas. São os casos de observações feitas por microscópio, telescópio, fotos, filmes, gravuras, gravações sonoras.

Para se realizar atividades de observação indireta, é necessário reunir na sala de aula um acervo de materiais impressos com ilustrações ou fotos que os estudantes possam observar e comparar certos aspectos solicitados pelo professor. Os acervos de filmes em vídeo são importantes para uso no momento apropriado. São bons recursos para a coleta de informações orientada pelo professor, que, previamente, avisa aos estudantes os aspectos que deverão considerar com atenção, ainda que outros também chamem sua atenção.

EXPERIMENTAÇÃO

A observação é também parte inerente das experimentações, que permitem provocar, controlar e prever transformações. Conforme se discutiu na primeira parte deste documento, a experimentação não deve ser confundida com o conjunto de objetivos e métodos do ensino de Ciências Naturais. Sua prática não implica necessariamente melhoria do ensino de Ciências Naturais, tampouco é um critério indiscutível de verdade científica. O simples “fazer” não significa necessariamente construir conhecimento e aprender Ciência.

Assim, é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes.

Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição é dependente do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os os estudantes sejam guiados em suas observações. E, quando o professor ouve os estudantes, sabe quais suas interpretações e como podem ser instigados a olhar de outro modo para o objeto em estudo.

Freqüentemente, o experimento é trabalhado como uma atividade em que o professor, acompanhando um protocolo ou guia de experimento, procede à demonstração de um fenômeno; por exemplo, demonstra que a mistura de vinagre e bicarbonato de sódio produz uma reação química, verificada pelo surgimento de gás. Nesse caso, considera-se que o professor realiza uma demonstração para sua classe, e a participação dos estudantes reside em observar e acompanhar os resultados. Mesmo nas demonstrações, a participação pode ser ampliada, desde que o professor solicite que os estudantes apresentem expectativas de resultados, expliquem aqueles obtidos e os comparem aos esperados.

Muitas vezes trabalha-se com demonstrações para estudantes muito jovens, como nos casos de experimentos que envolvem o uso de materiais perigosos — ácidos, formol, entre outros — e fogo, ou quando não há materiais suficientes para todos.

Outro modo de experimentação é realizado na discussão de idéias e manipulação de materiais pelos próprios estudantes. Ao lhes oferecer um protocolo definido ou guia de experimento, os desafios estão em interpretar o protocolo, organizar e manipular os materiais, observar os resultados, checá-los com os esperados, e anotar resultados.

Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos estudantes a elaboração do experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que nas situações precedentes: discute a definição do problema, conversa com a classe sobre materiais necessários e como atuar para testar as suposições levantadas, os modos de coletar e relacionar os resultados.

A autonomia dos estudantes na experimentação torna-se mais ampla quanto mais participam da elaboração de seu guia ou protocolo, realizam por si mesmos as ações sobre os materiais, preparam o modo de organizar as anotações, as realizam e discutem os resultados. Mas esses procedimentos são conhecimentos construídos, ou seja, é necessário que os estudantes tenham várias oportunidades de trabalho guiado e outras de realização de suas próprias idéias para ganharem autonomia nos procedimentos experimentais.

A discussão dos resultados de experimentação é sempre um momento importante. A idéia de experimento que dá “certo” ou “errado” deve ser compreendida dentro dos referenciais que foram especificamente adotados. Quando os resultados diferem do esperado, estabelecido pelo protocolo ou pela suposição do estudante, deve-se investigar a atuação de alguma variável, de algum aspecto ou fator que não foi considerado em princípio, ou que surgiu aleatoriamente, ao acaso. É uma discussão pertinente, afastando-se a idéia de que o experimento que deu “errado” deve ser descartado da análise. Pelo contrário, no ensino de Ciências Naturais, a discussão de resultados diferentes do esperado pode ser muito rica.

Na análise ou na construção de experimentos com estudantes dos terceiro e quarto ciclos é fundamental que eles progressivamente ganhem consciência de características básicas de um experimento. O isolamento do sistema, o reconhecimento e teste de variáveis, o controle na coleta de dados e a interpretação de medidas devem ser discutidos. Também deve estar claro o objetivo do experimento, suas limitações e as extrapolações que possibilita, ou não.

A atividade experimental também favorece a construção de conhecimentos sobre medidas em conexão com a área de Matemática². Por exemplo, ao medir o volume de um objeto qualquer, pode-se expressá-lo com um número e uma unidade de medida, como litro ou centímetro cúbico, ou seja, pode-se comparar o volume do objeto com uma unidade

² Ver bloco de conteúdo “Grandezas e Medidas” no documento de Matemática.

previamente estabelecida e expressar numericamente quantas dessas unidades representam a grandeza que está sendo medida. As unidades das várias grandezas têm diferentes origens históricas, o que faz com que se encontrem unidades diferentes usadas para as mesmas grandezas. Essa diversidade foi resolvida neste século pelo estabelecimento de um padrão internacional que o Brasil adotou, o Sistema Internacional de Unidades (SI). Esse sistema estabelece um padrão de unidades para grandezas tratadas em Ciências Naturais, tais como espaço, tempo, massa, corrente elétrica, calor, definindo-as em grandezas fundamentais e seus múltiplos e submúltiplos (por exemplo: metro, quilômetro, milímetro).

A unidade é uma quantidade-padrão arbitrária que serve para expressar diferentes valores de uma grandeza considerada. Compreender unidades de medida, seus múltiplos e submúltiplos, permite dar significado a valores numéricos, tornando-os comparáveis. Por exemplo, um dia é um tempo desprezível frente aos bilhões de anos que medem os fenômenos geológicos; o diâmetro da Terra, cerca de 3000 km, é um espaço pequeno quando comparado a um ano-luz³, que mede as distâncias entre corpos celestes.

A comparação entre diferentes unidades convencionais permite estabelecer relações proporcionais, as escalas para uma mesma grandeza. Também possibilita compreender quais fenômenos podem ser comparados entre si e que se manifestam em diferentes escalas: geológica, microscópica, astronômica, nuclear etc. Por exemplo, a atração gravitacional é desprezível diante das forças elétricas quando trata de átomos; os seres vivos podem ser estudados tanto em escala microscópica como em macroscópica.

Ao lidar com medidas, sem compreendê-las como um conjunto de fatos e interpretações, o estudante as trata muitas vezes como números puros, sem menção a unidades, deixando de compreender os fenômenos envolvidos. Assim, comparar a acidez de uma solução líquida concentrada a cem gramas por litro (100 g/L) à outra cuja concentração é dez gramas por litro (10 g/L) é um exercício que requer o estabelecimento de várias relações, que incluem operações com números, mas principalmente a comparação da quantidade de soluto relativa à quantidade de solvente em cada solução, bem como o caráter ácido de uma solução relativo a outra solução não-ácida e as relações entre essas comparações.

Normas de segurança em atividades experimentais

O planejamento de atividades práticas deve ser acompanhado por uma profunda reflexão não apenas sobre sua pertinência pedagógica, como também sobre os riscos reais ou potenciais à integridade física dos estudantes.

Experimentos com fogo devem ser evitados. Quando realizados, em classe ou no laboratório, devem ser planejados com todos os cuidados para evitar e contornar possíveis

³ Um ano-luz é igual à distância que a luz percorre em um ano, cerca de trilhões de quilômetros.

acidentes. O equipamento de segurança da escola, como extintor de incêndio e saídas de emergência, deverá ser previamente verificado. O professor deverá estar atento a recomendações de tais experimentos em materiais impressos, como apostilas e livros didáticos. Os textos devem ser acompanhados de recomendações expressas de acompanhamento por adultos, com instruções precisas de como realizar montagens e de como lidar com os combustíveis envolvidos, em especial garrafas de álcool, panelas quentes e fogareiros. As instruções devem ser acompanhadas de advertências que possam transmitir a real periculosidade das situações retratadas.

Experimentos que envolvam a manipulação de substâncias, mesmo as diluídas, devem ser acompanhados de recomendação de material de segurança, como proteção para os olhos, mãos, braços e tronco, e a utilização de local apropriado, principalmente no caso de manipulação de substâncias voláteis. Em todos os casos, deve-se evitar a sugestão de experimentos com substâncias concentradas, em especial ácidos e bases, bem como substâncias tóxicas ou de elevada periculosidade, inclusive metais pesados e seus sais.

Sugestões de montagens e experimentos com eletricidade devem se restringir ao uso de pilhas e baterias, com corrente contínua e tensão máxima de 9 Volts, sem a sugestão de manipulação da rede elétrica domiciliar. Ao lidar com textos impressos, é importante que as lâmpadas, soquetes e demais elementos estejam retratados como componentes característicos de lanternas e aparelhos do gênero, deixando explícito que não devem ser realizadas improvisações com elementos de maior tensão.

Não devem ser realizados, sob qualquer hipótese ou justificativa, experimentos ou demonstrações que envolvam a manipulação de sangue humano, tal como tipagem sanguínea e confecção de esfregaços para observação microscópica. Atividades de observação microscópica que envolvam tecidos humanos devem ser realizadas apenas com material devidamente fixado, em lâminas previamente preparadas.

É importante que o ambiente escolar tenha, de forma amplamente acessível, recomendações de primeiros socorros por autoridade médica devidamente identificada, ou fonte bibliográfica reconhecida pelas entidades médicas credenciadas no país. Entre as recomendações de primeiros socorros, não pode figurar, em nenhuma hipótese, a sugestão de realização de torniquete, em texto ou ilustração, para estancar sangramentos ou atender ferimentos ofídicos. Acidentes que poderiam requerer sua aplicação são altamente improváveis no ambiente escolar e, mesmo assim, seria duvidoso que uma criança pudesse aplicá-lo corretamente sem sujeitar-se a contaminações ou prejudicar o próprio atendido. Não devem constar, em nenhuma hipótese, incentivos a contato direto com o sangue de acidentados, especialmente em acidentes ofídicos. As recomendações para atendimento de emergência a acidentados com ofídios devem seguir as diretrizes do Instituto Butantã, de São Paulo, SP.

TRABALHOS DE CAMPO

Atualmente é impensável o desenvolvimento do ensino de Ciências de qualidade sem o planejamento de trabalhos de campo que sejam articulados às atividades de classe. Esses trabalhos contemplam visitas planejadas a ambientes naturais, a áreas de preservação ou conservação, áreas de produção primária (plantações) e indústrias, segundo os diferentes planos de ensino do professor.

Um equívoco bastante comum é considerar esse tipo de atividade possível apenas em áreas de preservação ou de conservação, nas quais a interferência do ser humano é pequena. Essa concepção limita a utilização de uma série de recursos que oferecem possibilidades para o professor trabalhar. Além de unidades de conservação, deve-se considerar a riqueza do trabalho de campo em áreas próximas, como o próprio pátio da escola, a praça que muitas vezes está a poucas quadras da escola, as ruas da cidade, os quintais das casas, os terrenos baldios e outros espaços do ambiente urbano, como a zona comercial ou industrial da cidade, onde poderão ser conhecidos processos de transformação de energia e de materiais. O desenvolvimento de atividades em espaços com essas características traz a vantagem de possibilitar ao estudante a percepção de que fenômenos e processos naturais estão presentes no ambiente como um todo, não apenas no que ingenuamente é chamado de “natureza”. Além disso, possibilitam explorar aspectos relacionados com os impactos provocados pela ação humana nos ambientes e sua interação com o trabalho produtivo e projetos sociais. Nesse sentido, a articulação de mais de uma área de conhecimento em trabalhos de campo é desejável para enriquecer o elenco de objetos de estudo e relações a se investigar.

Para que o trabalho de campo ou excursão tenha significado para a aprendizagem, e não apenas como atividade de lazer, é importante que o professor tenha clareza dos diferentes conteúdos e objetivos que pretende explorar. Esta definição é fundamental para que a atividade seja bem compreendida pelos estudantes.

As atividades a serem desenvolvidas não podem restringir-se à saída ao campo. É importante que o professor inclua no seu plano o desenvolvimento de atividades de preparação e, ao voltar, a discussão das observações e dados coletados para a sistematização de conhecimentos. No caso da articulação com outras áreas, é importante que todos os envolvidos planejem juntos as fases do trabalho e acompanhem seu desenvolvimento.

A preparação das atividades a serem desenvolvidas em campo envolve, evidentemente, os aspectos de ordem prática, mas não se resume a isso. É necessário preparar o estudante do ponto de vista intelectual e afetivo para participar da excursão. Além de ser um momento para que os estudantes sejam esclarecidos em relação ao que se pretende, é uma oportunidade privilegiada para envolvê-los em levantamento de suposições e problematizações que já indicam os conteúdos que serão estudados nos trabalhos em campo. É o momento de criar, junto à classe, o clima de pesquisa e investigação, sendo muito importante as leituras de textos sobre o local que será visitado, para que ampliem

suas suposições iniciais. O registro dessa fase é fundamental para que os dados e observações do próprio local sejam comparados na volta. É também nessa fase que, a partir dos objetivos selecionados e com a participação dos estudantes, o professor elabora o roteiro de campo, recurso-chave para a coleta e o registro de dados durante a excursão, para que possam ser explorados na continuidade dos trabalhos em sala de aula.

Nas aulas seguintes ao trabalho de campo, a classe dedica-se, sob orientação do professor, à organização e à análise de dados colhidos, por exemplo, nas experimentações. Buscar outras informações para solucionar dúvidas que surgiram durante a excursão também é importante, com auxílio de leituras que podem ser reunidas na sala de aula. Este é um momento privilegiado para aprofundar aspectos do conteúdo e buscar generalizações e aplicações dos conhecimentos que estão sendo trabalhados.

Para o trabalho com as atitudes, é necessário conversar com a classe e planejar atividades específicas. Para tanto, há oportunidades nos momentos de preparação, desenvolvimento e fechamento dos trabalhos; regras de segurança e de preservação do meio, ou de autopreservação, devem ser objeto específico de discussão na preparação. Ao participar de atividade para resolução de problemas ambientais ou tecnológicos reais, reconhecidos durante a saída ao campo, os estudantes exercitam valores que estão expressos nos objetivos deste documento. Por meio de atividades, como debates, dramatizações e produção de cartazes, poderão ser produzidos também objetos reais de divulgação ou participação na sociedade, como uma carta a um jornal ou uma exposição de trabalhos, o que faz do trabalho de campo um elemento de projeto.

TEXTOS

A aprendizagem da leitura, escrita e fala da língua oficial no ensino fundamental não se restringe à área de Língua Portuguesa, uma vez que a língua é instrumental básico de conhecimento. Em Ciências Naturais, oportunidades para ler, escrever e falar são momentos de estudo e elaboração de códigos de linguagem específicos do conhecimento científico. A aprendizagem desse código comporta tanto a leitura e escrita de textos informativos quanto a apropriação de terminologia específica, capacidades que os estudantes desenvolvem conjuntamente, conforme trabalham diferentes propostas de atividades.

É claro que a simples menção a textos em associação com ensino, imediatamente faz lembrar os livros didáticos tradicionais que, até pela falta de outros elementos, têm sido o principal suporte ou guia do ensino de Ciências, mas, freqüentemente, difundindo propostas limitadas e não raro equivocadas. É importante entender o livro didático como instrumento auxiliar e não a principal ou única referência.

A seleção de textos pelo professor é fundamental, tendo claro que propósitos irão cumprir e de seu papel como crítico dos materiais escritos; não é por estar em um papel que todo texto está isento de erros e preconceitos. Também os textos não são auto-

explicativos; estão situados em contextos históricos e éticos que devem ser problematizados, para que seu significado e intenção possam ser percebidos pelos estudantes.

Para a área de Ciências Naturais há muitas fontes textuais que podem ser organizadas pelo professor em um acervo pessoal ou, no âmbito da escola, por bibliotecário ou outro responsável. Trata-se de enciclopédias temáticas, livros de divulgação ou ficção científica, matérias de jornais ou de revistas, folhetos de origem diversa (museus, postos de saúde, organizações não-governamentais, empresas etc.) e livros paradidáticos. Tais fontes cumprem diferentes funções, claramente superando e completando aquelas do livro didático tradicional.

O trabalho com paradidáticos vem ganhando adeptos por permitir maior flexibilidade na escolha de conteúdos e enfoques ao longo de um ano, uma vez que efetivamente é durante as aulas que o professor pode sentir a maturidade intelectual, as demandas e os interesses da classe que direcionam suas escolhas. Além disso, entre os livros paradidáticos encontram-se obras didaticamente atualizadas, que articulam conhecimentos de diferentes disciplinas científicas, aspectos do cotidiano e da História das Ciências.

Também ganham interesse crescente as atividades com uso de matéria jornalística na escola existindo, inclusive, projetos de empresas jornalísticas brasileiras voltados para esse fim. O fato é que mesmo antes de esses projetos existirem, professores já valorizavam tais atividades, por trazerem atualidades científicas e ambientais para a classe. As possibilidades de utilização das matérias de jornal e revistas são muitas: podem ser fontes de informação, de problematização, de ilustração ou ampliação para um tema tratado em sala de aula. Os próprios estudantes podem cooperar na reunião e classificação de artigos, organizar painéis temáticos, por exemplo, para temas transversais que estão sendo alvo de trabalho em um dado período letivo.

Alguns cuidados importantes devem ser tomados pelo professor ao selecionar matérias jornalísticas. É importante verificar quais conhecimentos são pré-requisitos para a leitura de determinado texto e se os estudantes já os têm, pois, em caso negativo, o texto poderá servir como objeto de problematização, não como fonte de informações. Também, claro, deve ser avaliada a correção conceitual do texto. Infelizmente há muitos erros conceituais publicados em jornais e revistas. Mas mesmo um texto incorreto poderá ser utilizado pelo professor, desta vez como objeto de crítica e correção.

Folhetos de diferentes origens, como das distribuidoras de água, gás e energia elétrica, entre outros, também são interessantes leituras. Mas não basta ler o material. É necessário interpretá-lo e reescrevê-lo para que conhecimentos possam ser apropriados.

Outras atividades textuais, a escrita e a fala, também são valorizadas em Ciências Naturais. A produção de resumos, de esquemas, de comunicações públicas e outras práticas têm espaço em diferentes momentos de ensino e aprendizagem. É importante que o

professor ensine esses procedimentos para seus estudantes, inicialmente mostrando como se faz, para que, progressivamente, os estudantes ganhem confiança e autonomia, conforme já discutido nos textos de introdução aos terceiro e quarto ciclos.

INFORMÁTICA⁴

O desenvolvimento científico e tecnológico das últimas décadas trouxe grande quantidade de informações de interesse para professores e estudantes e, ao mesmo tempo, produziu novos meios para obter, armazenar e processar grandes quantidades de informação, na forma de registros gráficos (como este texto), imagens (como as de fotografia ou animações) e som.

Os computadores e a possibilidade de conectá-los em rede são ferramentas para gerar e processar grande quantidade de informações, ao mesmo tempo em que é possível utilizá-los como alternativa bastante acessível para a troca de informações e de dados no trabalho de estudantes e professores em vários níveis de interatividade.

Em um primeiro nível, os estudantes podem ter acesso a bancos de dados, utilizando computadores equipados com CD-ROM, por exemplo. Podem ter acesso a grande número de informações para fins específicos, como ao realizar uma pesquisa escolar, quando encontram toda a informação presente numa grande enciclopédia em único disco óptico (como os CDs de música).

Outro nível de interatividade do computador refere-se ao uso de programas específicos disponíveis no mercado. Um deles, por exemplo, situa um observador imaginário em qualquer lugar do mundo em qualquer dia para observar o movimento do Sol. É possível utilizar computadores para simular experimentos, por exemplo, ao estudar a sombra de um bastão ao Sol do meio-dia em qualquer dia do passado ou do futuro, em qualquer lugar do planeta. A simulação de experimentos tem a grande vantagem de economizar esforços e ampliar possibilidades, permitindo conferir dados entre várias escolas. Mas jamais deve ser tomada como alternativa definitiva para a realização de experimentos reais, nos quais os estudantes planejam, executam, medem e coletam informações de forma concreta.

Outra forma de utilização se refere ao uso de planilhas eletrônicas, que podem realizar cálculos e organizá-los em gráficos, além dos processadores de texto, que motivam produções escritas bem elaboradas e com boa organização, permitindo com facilidade confeccionar um jornal, importante veículo de comunicação.

O computador é ainda uma ferramenta para transmissão de dados, como pesquisas bibliográficas realizadas a distância ou troca de resultados de experimentos realizados em

⁴ Para aprofundamento do assunto, sugere-se a leitura da quinta parte da Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

diferentes lugares. Trata-se de um nível mais elevado de interatividade, pela conexão que a Internet possibilita.

Estudantes de algumas escolas podem desenvolver projetos em cooperação com estudantes de outras escolas, localizadas em lugares diversos do Brasil e do mundo, como se todos fizessem parte de um único grande grupo. Por exemplo, podem medir a sombra de um bastão de um metro de altura, fincado perpendicularmente ao solo, ao meio-dia e transmitir essa informação a outras escolas, situadas em diferentes latitudes, inclusive de outro hemisfério, cedendo e recebendo informação quase instantaneamente. Poderão assim saber, ao meio-dia, qual é a altura do Sol em relação ao horizonte, em diferentes pontos do planeta. Com isso, podem estudar a inclinação do arco descrito pelo Sol no horizonte e compreender as relações entre a iluminação do Sol, a forma esférica da Terra e a inclinação de seu eixo relativa ao plano de translação. A troca de mensagens e até mesmo de imagens é muito facilitada por programas para os quais é necessário pouco ou nenhum treinamento específico. Processos e fenômenos complexos, tradicionalmente trabalhados mediante desenhos e diagramas, poderão ser estudados com o auxílio de computadores e da Internet, complementos importantes no trabalho experimental dos estudantes.

Com todos estes recursos e vantagens, no entanto, os computadores apenas ampliam as possibilidades de atuação dos estudantes e dos professores, sendo incapazes de substituí-los em suas tarefas básicas e essenciais, como, por exemplo, a de organizar critérios com os estudantes para que possam navegar com rumo em meio ao mar de informações. Desta forma, os computadores são apenas e tão-somente uma ferramenta à disposição da escola e do professor, que continua sendo aquele que traz problemas a investigar.

Normas de segurança com computadores e outros equipamentos eletroeletrônicos

O uso de computadores e equipamentos elétricos no ambiente escolar deve ser seguido de cuidados padronizados. O equipamento deve ser inspecionado regularmente, procurando sinais de funcionamento anormal, como super-aquecimento e odor característico. A inspeção visual deve incluir cabos e conectores, certificando-se que estejam corretamente ligados, sem ligações improvisadas com fita isolante ou sinais de abrasão, ou falta de parafusos de fixação nas conexões. Fios excedentes devem estar acondicionados adequadamente, evitando alças que possam originar acidentes. O ambiente deve estar limpo e seco. Os circuitos devem estar protegidos por fusíveis projetados para suportar a intensidade de corrente dos aparelhos, sendo necessário, onde for o caso, a presença de fio-terra especialmente instalado (o fio-neutro não deve ser utilizado para esse fim). A linha telefônica, quando for o caso, só deve ser acionada após a correta conexão no *modem* correspondente.

Sistematização de conhecimentos

É necessário que o professor organize fechamentos ou sistematizações de conhecimentos, parciais e gerais, para cada tema trabalhado. Durante a investigação de um tema uma série de conceitos, procedimentos e atitudes vão se desenvolvendo; fechamentos parciais devem ser produzidos de modo a organizar com a classe as novas aquisições. Ao final das investigações sobre o tema, recuperam-se os aspectos fundamentais dos fechamentos parciais, produzindo-se, então, a síntese final.

Várias propostas para fechamentos foram mencionadas nas orientações para projetos e unidades e nos vários textos deste documento. Ressalta-se mais uma vez a importância deste momento no processo de ensino e aprendizagem, pois sua ausência resulta em perda significativa para os estudantes. A sistematização é momento privilegiado de comparação de conhecimentos prévios e construídos, a valorização e a crítica de todo o processo.

BIBLIOGRAFIA

- AFONSO LÓPEZ, R. *et alii*. Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. *Enseñanza de las ciencias*, v. 13, n. 3. Barcelona: 1995.
- ALVES, R. *Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras*. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Benchmarks for science literacy*. Nova York: Oxford University Press, 1993.
- AUSUBEL, D. *et alii*. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BERNAL, J. D. *Ciência na história*. Lisboa: Horizonte, 1978.
- BRONOWSKY, J. *Ciências e valores humanos*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1979.
- BRUNER, J. *O processo da educação*. São Paulo: Nacional, 1968.
- CARVALHO, A. M. P. e GIL PÉRES, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez, 1993.
- CATALÁN, V. G. Consideraciones sobre la formación inicial del profesorado en educación para salud. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* v. 7, 1993.
- CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 1994.
- COLL, C. *et alii*. *Los contenidos en la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: 1992.
- COLL, C. *Psicología y curriculum*. Barcelona: Paidós, 1991.
- DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2. Barcelona: 1988.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. e TIBERGHIE, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescência*. Madrid: Ediciones Morata, 1989.
- FIGUEIREDO, M. T. É importante ensinar Ciências desde as primeiras séries? *Revista de Ensino de Ciências*, n. 23. 1989.
- FRACALANZA, H. *et alii*. *O ensino de ciências no 1º grau*. São Paulo: Atual, 1986.
- FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. *Propostas curriculares oficiais*. São Paulo: 1995 (mimeo).
- GIL PÉREZ, D. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 2. Barcelona: 1994.
- GILBERT, J. K.; OSBORNE, R. J. e FENSHAM, P. J. Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, v. 66, n. 4. 1982.

- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3. Barcelona: 1994.
- KNELLER, G. F. *A Ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar Editores; São Paulo: Edusp, 1980.
- KRASILCHICK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária/Edusp, 1987.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1989.
- LOPÉS RUPÉRES, F. Epistemologia y didáctica de las ciencias, un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1. Barcelona: 1990.
- LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química*. Ijuí: Livraria Unijuí, 1988.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia y enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n.2. Barcelona: 1994.
- MOGILNIK, M. Como tornar pedagógico o livro didático de Ciências? *Em Aberto*, ano 16, n. 69. Brasília: 1996.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, v. 4. Nova Zelândia: 1995.
- NIEDA, J. e MACEDO, B. *Un currículo científico para estudantes de 11 a 14 años*. OEI. Madri/UNESCO Santiago, 1997.
- OSBORNE, J. F. Beyond constructivism. *Science Education*, v. 80, n. 1. 1996.
- PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo: Faculdade de Educação, 1984-1995.
- PIAGET, J. Epistemologia genética. *Coleção Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1976.
- _____. *Para onde vai a educação?* São Paulo: José Olympio, 1974.
- POPPER, K. A lógica da investigação científica. *Coleção Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- POZO, J. I. (Org.) *A solução de problemas nas ciências da natureza*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- REIGOTA, M. *Meio ambiente e representação social*. São Paulo: Cortez, 1995.
- REVISTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo, 1982-1992.
- RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge*. São Paulo: Círculo do Livro, 1987.

- SAEZ, M. J. e RIQUARTS, K. El desarrollo sostenible y el futuro de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 2. Barcelona: 1996.
- SAN MARTIN, H. *Manual de salud pública y medicina preventiva*. Barcelona: Masson Editores, 1989.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Ciências, primeiro grau: 5ª a 8ª séries. *Coleção Prática Pedagógica*. São Paulo: 1993.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. *Geologia: a ciência da Terra*. Rio de Janeiro: SBG, 1984.
- SOLOMON, E. P. e BERG, L. R. *The world of biology*. Orlando: Saunders College Publishing. 1995.
- TELECURSO 2000. *Ciências - 1º grau*. São Paulo: Globo, 1996.
- TRIVELATTO, J. *Concepções de alunos sobre fungos e bactérias*. Textos de pesquisas para o ensino de ciências, n. 6. São Paulo: FEUSP, 1995.
- VARGAS, M. (org.). *História da técnica e da tecnologia no Brasil*. São Paulo: Unesp/CEETEPS, 1994.
- VYGOTSKY, L. S. *Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- _____. *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Antidoto, 1971.
- WEISSMANN, H. (Org.). *Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

FICHA TÉCNICA

Coordenação Geral

Célia Maria Carolino Pires e Maria Tereza Perez Soares.

Coordenação de Temas Transversais

Neide Nogueira

Elaboração

Ana Rosa Abreu, Angela Martins Baeder, Antonia Terra de Calazans Fernandes, Antonio Carlos Egyto, Bernard Kenj, Caio Martins Costa, Célia Maria Carolino Pires, Conceição Aparecida de Jesus, Flávia Shilling, Francisco Capuano Scarlato, Geraldo Antonio de Carvalho, Ghisleine Trigo Silveira, Hugo Montenegro, Kátia Lomba Bräkling, Luiz Paulo da Moita Lopes, Marcelo Barros da Silva, Margarete Artacho de Ayra Mendes, Maria Amábile Mansutti, Maria Antonieta Alba Celani, Maria Cecilia Guedes Condeixa, Maria Cristina Ribeiro Pereira, Maria Helena Maestri Gios, Maria Heloísa Corrêa de Toledo Ferraz, Maria José Nóbrega, Maria Teresinha Figueiredo, Maria Tereza Perez Soares, Maria Virgínia de Freitas, Marília Costa Dias, Marina Valadão, Neide Nogueira, Regina Célia Lico Suzuki, Rosa Iavelberg, Roseli Fichmann, Ruy César Pietropaolo, Silvio Duarte Bock, Sueli Ângelo Furlan, Yara Sayão e Zysman Neiman.

Consultoria

Ana Mae Tavares Bastos Barbosa, Ângela de Castro Gomes, Antônio Augusto Gomes Batista, Carlos Franchi, César Coll Salvador, Circe Maria Fernandes Bittencourt, Claudio Antonio G. Egler, Délia Lerner de Zunino, Edson Claro, Egon de Oliveira Rangel, Elianor Kunz, Elias Thomé Saliba, Francisco Cardoso Gomes de Matos, Hédio Silva Jr., Hilário Flávio Bohn, Ilana Blaj, Ingrid Dormiem Koudela, Jan Bitou, João Bosco Pitombeira F. de Carvalho, Jurandy Luciano Sanches Ross, Líliliana Petrilli Segnini, Luís Carlos de Menezes, Luís Percival Leme Britto, Luiz Marcelo de Carvalho, Luiz Roberto Dante, Maria Adélia Aparecida de Souza, Maria Aurora Consuelo Alfaro Lagório, Maria Beatriz Borba Florenzano, Maria Filismina Rezende Fusari, Maria Helena Simielli, Marilena Lazzarini, Marta Maria C. A. Pernambuco, Mauro Betti, Miguel Arroyo, Modesto Florenzano, Nélio Bizzo, Nilza Eingenheer Bertoni, Otavio Aloisio Maldaner, Paulo Figueiredo Lima, Rômulo Campos Lins, Silvia M. Pompéia, Suraya Cristina Darido, Ubiratan D'Ambrósio e Vera Junqueira.

Assessoria

Abuendia Padilha Peixoto Pinto, Aloma Fernandes de Carvalho, Andréa Shilling, Áurea Dierberger, Cláudia Aratangy, Heloísa Margarido Sales, Iolanda Huzak Furini, Isabel de Azevedo Marques, Iveta Maria Borges Ávila Fernandes, Jelsa Ciardi Avolio, Juarez Tarcísio Dayrell, Lydia Rosenberg Aratangy, Maria Del Carmen Fátima Gonzalez Daher, Paula Virgínia Shneider, Romildo Póvoa Faria, Thereza Christina Holl Cury, Therezinha Azerêdo Rios, Vera Lúcia A. Santana e Yves de La Taille.

Revisão e Copydesk

Ana Maria Viana Freire, Lilian Jenkino e Maristela Felix de Lima.

Agradecimentos

Anna Maria Lamberti, Aparecida Maria Gama, Beatriz Carlini Cotrim, Érica Pellegrini Caramaschi, Gilda Portugal Gouveia, Helena Wendel Abramo, Hércules Abraão de Araújo, José Antonio Carletti, José Otávio Proença Soares, Márcia Ferreira, Marcos Sorrentino, Maria Auxiliadora Albergaria Pereira, Maria Helena Maestri Gios, Marília Pontes Spósito, Paulo Eduardo Dias de Mello, Raquel Glezer, Regina Rebolo, Volmir Matos e Walter Takemoto.

Presidente da República
Fernando Henrique Cardoso

Ministro de Estado da Educação e do Desporto
Paulo Renato Souza

Secretário Executivo
Luciano Oliva Patrício

Ministério da
Educação e do
Desporto

