

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO

***Ciências da Natureza,
Matemática e suas Tecnologias***

BIOLOGIA • FÍSICA • MATEMÁTICA • QUÍMICA



Volume 2

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO

Volume 1: Linguagem, Códigos e suas Tecnologias

Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Volume 3: Ciências Humanas e suas Tecnologias

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica.
– Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio ; volume 2)

ISBN 85-98171-43-3

1. Conteúdos curriculares. 2. Ensino médio. 3. Matemática. 4. Biologia. 5. Física. 6. Química. I. Brasil. Secretaria de Educação básica.

CDU 371.214.12

CDU 373.512.14

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO

***Ciências da Natureza,
Matemática e suas Tecnologias***



BRASÍLIA
2006

Secretaria de Educação Básica

Departamento de Políticas de Ensino Médio

Equipe Técnica do DPEM

Alípio dos Santos Neto

Maria de Lourdes Lazzari

Maria Eveline Pinheiro Villar de Queiroz

Marlúcia Delfino Amaral

Mirna França da Silva de Araújo

Pedro Tomaz de Oliveira Neto

Projeto Gráfico

Eduardo Meneses | **Quiz Design Gráfico**

Revisão de Textos

Liberdade de Expressão

Lunalva da Conceição Gomes – DPEM/SEB/MEC

PROSA Produção Editorial Ltda

TDA Desenho e Arte

Tiragem: 120.041 exemplares

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Básica

Esplanada dos Ministérios, Bloco L, sala 500

CEP: 70.047-900 Brasília – DF

Tel. (061) 2104-8010 Fax: (61) 2104-9643

[http:// www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Carta ao Professor

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio foram elaboradas a partir de ampla discussão com as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, professores e alunos da rede pública e representantes da comunidade acadêmica. O objetivo deste material é contribuir para o diálogo entre professor e escola sobre a prática docente.

A qualidade da escola é condição essencial de inclusão e democratização das oportunidades no Brasil, e o desafio de oferecer uma educação básica de qualidade para a inserção do aluno, o desenvolvimento do país e a consolidação da cidadania é tarefa de todos.

Para garantir a democratização do acesso e as condições de permanência na escola durante as três etapas da educação básica – educação infantil, ensino fundamental e médio –, o governo federal elaborou a proposta do Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação). A Proposta de Emenda à Constituição (PEC) do Fundeb foi construída com a participação dos dirigentes das redes de ensino e de diversos segmentos da sociedade. Dessa forma, colocou-se acima das diferenças o interesse maior pela educação pública de qualidade.

Entre as várias ações de fortalecimento do ensino médio destacam-se o Prodeb (Programa de Equalização das Oportunidades de Acesso à Educação Básica) e a implementação do PNLEM (Programa Nacional do Livro do Ensino Médio). A Secretaria de Educação Básica do MEC passou a publicar ainda livros para o professor, a fim de apoiar o trabalho científico e pedagógico do docente em sala de aula.

A institucionalização do ensino médio integrado à educação profissional rompeu com a dualidade que historicamente separou os estudos preparatórios para a educação superior da formação profissional no Brasil e deverá contribuir com a melhoria da qualidade nessa etapa final da educação básica.

A formação inicial e continuada também passa a ser oferecida em parceria com as Secretarias de Educação e instituições de ensino superior para a formação

dos professores, com a implantação do Pró-Licenciatura, do ProUni (Programa Universidade para Todos) e da Universidade Aberta do Brasil.

Preparar o jovem para participar de uma sociedade complexa como a atual, que requer aprendizagem autônoma e contínua ao longo da vida, é o desafio que temos pela frente. Esta publicação não é um manual ou uma cartilha a ser seguida, mas um instrumento de apoio à reflexão do professor a ser utilizado em favor do aprendizado. Esperamos que cada um de vocês aproveite estas orientações como estímulo à revisão de práticas pedagógicas, em busca da melhoria do ensino.

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Básica

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Apresentação

Os atuais marcos legais para oferta do ensino médio, consubstanciados na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (nº. 9394/96), representam um divisor na construção da identidade da terceira etapa da educação básica brasileira.

Dois aspectos merecem destaque.

O primeiro diz respeito às finalidades atribuídas ao ensino médio: o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado. (Art. 35)

O segundo propõe a organização curricular com os seguintes componentes:

- base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada que atenda a especificidades regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e do próprio aluno (Art. 26);
- planejamento e desenvolvimento orgânico do currículo, superando a organização por disciplinas estanques;
- integração e articulação dos conhecimentos em processo permanente de interdisciplinaridade e contextualização;
- proposta pedagógica elaborada e executada pelos estabelecimentos de ensino, respeitadas as normas comuns e as de seu sistema de ensino;
- participação dos docentes na elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino.

O grande avanço determinado por tais diretrizes consiste na possibilidade objetiva de pensar a escola a partir de sua própria realidade, privilegiando o trabalho coletivo.

Ao se tratar da organização curricular tem-se a consciência de que a essência da organização escolar é, pois, contemplada. Por outro lado, um conjunto de questões emerge, uma vez que o currículo traz na sua construção o tratamento das dimensões histórico-social e epistemológica. A primeira afirma o valor histórico

e social do conhecimento; a segunda impõe a necessidade de reconstruir os procedimentos envolvidos na produção dos conhecimentos.

Além disso, a política curricular deve ser entendida como expressão de uma política cultural, na medida em que seleciona conteúdos e práticas de uma dada cultura para serem trabalhados no interior da instituição escolar.

Trata-se de uma ação de fôlego: envolve crenças, valores e, às vezes, o rompimento com práticas arraigadas.

A Secretaria de Educação Básica, por intermédio do Departamento de Política do Ensino Médio, encaminha para os professores o documento *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* com a intenção de apresentar um conjunto de reflexões que alimente a sua prática docente.

A proposta foi desenvolvida a partir da necessidade expressa em encontros e debates com os gestores das Secretarias Estaduais de Educação e aqueles que, nas universidades, vêm pesquisando e discutindo questões relativas ao ensino das diferentes disciplinas. A demanda era pela retomada da discussão dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, não só no sentido de aprofundar a compreensão sobre pontos que mereciam esclarecimentos, como também, de apontar e desenvolver indicativos que pudessem oferecer alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho pedagógico, a fim de atender às necessidades e às expectativas das escolas e dos professores na estruturação do currículo para o ensino médio.

A elaboração das reflexões que o Ministério da Educação traz aos professores iniciou em 2004. Desde então, definiu-se um encaminhamento de trabalho que garantisse a articulação de representações da universidade, das Secretarias Estaduais de Educação e dos professores para alcançar uma produção final que respondesse a necessidades reais da relação de ensino e aprendizagem.

Para dar partida a essa tarefa, constituiu-se um grupo de trabalho multidisciplinar com professores que atuam em linhas de pesquisa voltadas para o ensino, objetivando traçar um documento preliminar que suscitasse o debate sobre conteúdos de ensino médio e procedimentos didático-pedagógicos, contemplando as especificidades de cada disciplina do currículo.

Na elaboração de material específico para cada disciplina do currículo do ensino médio, o grupo procurou estabelecer o diálogo necessário para garantir a articulação entre as mesmas áreas de conhecimento.

A publicação do documento preliminar ensejou a realização de cinco Seminários Regionais e de um Seminário Nacional sobre o Currículo do Ensino Médio. A pauta que orientou as reuniões tratou da especificidade e do currículo do ensino médio, tendo como referência esse documento.

A análise dessa produção contou com representantes das Equipes Técnicas das Secretarias Estaduais de Educação, com professores de cada estado participante e, em alguns casos, com a representação de alunos.

Após os seminários, deu-se início ao processo bastante intenso de consolidação das análises e considerações levantadas nos debates e à apresentação do trabalho a demais professores-pesquisadores para leitura crítica do resultado alcançado.

Assim, este documento que chega à escola é fruto de discussões e contribuições dos diferentes segmentos envolvidos com o trabalho educacional. O próprio processo, envolvendo diferentes representações e focos de análise, indica a natureza do texto cujo resultado está aqui apresentado. Isto é, um material que apresenta e discute questões relacionadas ao currículo escolar e a cada disciplina em particular.

O currículo é a expressão dinâmica do conceito que a escola e o sistema de ensino têm sobre o desenvolvimento dos seus alunos e que se propõe a realizar com e para eles. Portanto, qualquer orientação que se apresente não pode chegar à equipe docente como prescrição quanto ao trabalho a ser feito.

O Projeto Pedagógico e o Currículo da Escola devem ser objetos de ampla discussão para que suas propostas se aproximem sempre mais do currículo real que se efetiva no interior da escola e de cada sala de aula.

É oportuno lembrar que os debates dos diferentes grupos manifestaram grandes preocupações com as bases materiais do trabalho docente. Certamente a situação funcional da equipe escolar, envolvendo jornada de trabalho, programas de desenvolvimento profissional e condições de organização do trabalho pedagógico, tem um peso significativo para o êxito do processo de ensino-aprendizagem.

Cabe à equipe docente analisar e selecionar os pontos que merecem aprofundamento. O documento apresentado tem por intenção primeira trazer referências e reflexões de ordem estrutural que possam, com base no estudo realizado, agregar elementos de apoio à sua proposta de trabalho.

A Secretaria de Educação Básica, por meio do Departamento de Políticas de Ensino Médio busca incentivar, com esta publicação, a comunidade escolar para que conceba a prática cotidiana como objeto de reflexão permanente. Somente assim, se encontrará um caminho profícuo para a educação.

Diretoria do Departamento de Políticas de Ensino Médio

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Sumário

CONHECIMENTOS DE BIOLOGIA

Introdução	15
1 Questões de conteúdo e metodologia	19
1.1 Os PCN+ e os temas estruturadores	21
1.2 Abordagem dos conteúdos no ensino de Biologia	22
1.3 Metodologia	25
2 Perspectivas de ação pedagógica	32
3 Avaliação	39
Referências bibliográficas	41

CONHECIMENTOS DE FÍSICA

introdução	45
1 A Física no ensino médio	52
2 Tratamento escolar dos conteúdos de Física: enfoques de estratégias para a ação didática	61
3 História e Filosofia da Ciência	64
Referência bibliográfica	65
Sites	65

CONHECIMENTOS DE MATEMÁTICA

Introdução	69
1 Questões de conteúdo	70
2 Questões de metodologia	80
3 O uso de tecnologia	87
4 Organização curricular e projeto político-pedagógico	90
5 Temas complementares	92
6 Considerações finais	95
Referências bibliográficas	96

CONHECIMENTOS DE QUÍMICA

Introdução	101
1 Sobre os conteúdos e as metodologias no ensino da Química	105

1.1 A necessária revisão dos conteúdos do ensino	105
1.2 Os conhecimentos químicos da Base Nacional Comum	109
1.3 A abordagem metodológica no ensino da Química	117
1.4 A Química no currículo escolar	125
2 O professor e as perspectivas para a ação pedagógica	130
Referências bibliográficas	134

CONHECIMENTOS DE BIOLOGIA

Consultor

Paulo Takeo Sano

Leitores Críticos

José Luís Laporta

José Mariano Amabis

Luiz Marcelo de Carvalho

Márcia Zorello Laporta

Nelio Marco Vincenzo Bizzo

Vitor Hugo Borba Manzke

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ensino de Biologia vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores. Seu conteúdo e sua metodologia no ensino médio voltados, quase que exclusivamente, para a preparação do aluno para os exames vestibulares, em detrimento das finalidades atribuídas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) à última etapa da educação básica. Além disso, temas relativos à área de conhecimento da Biologia vêm sendo mais e mais discutidos pelos meios de comunicação, jornais, revistas ou pela rede mundial de computadores – *Internet* –, instando o professor a apresentar esses assuntos de maneira a possibilitar que o aluno associe a realidade do desenvolvimento científico atual com os conceitos básicos do pensamento biológico. Assim, um ensino pautado pela memorização de denominações e conceitos e pela reprodução de regras e processos – como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos – contribui para a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com os diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo.

Leis e normas

A proposição das Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) não foi suficiente para definir uma nova organização desse nível de ensino. Houve tal distanciamento entre o ensino médio idealizado pelas DCNEM e o ensino real praticado efetivamente nas escolas que poucas se viram refletidas naquelas propostas, que terminaram por parecer inatingíveis e impraticáveis.

As DCNEM articulam-se em três áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Elas estabelecem, também, as competências e habilidades que deverão servir como referenciais para as propostas pedagógicas, além de recomendar a interdisciplinaridade e a contextualização, princípios

condutores da organização curricular. O documento apresenta as considerações teóricas sobre esses dois princípios como recursos pedagógicos para um ensino que coloque o aluno como centro de sua aprendizagem. A implantação das DCNEM nas escolas, em seu projeto político-pedagógico, e pelo professor, na prática pedagógica em sala de aula, demandam acompanhamento, orientação e capacitação de gestores escolares e docentes. A implementação das DCNEM depende largamente de fomento e apoio às escolas, notadamente por instituições responsáveis por cursos de formação de professores, o que ainda não se efetivou. Como resultado, constata-se o distanciamento entre esse documento e a realidade escolar.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), em complementação às DCNEM, fazem referência explícita às disciplinas, vinculadas às três áreas do conhecimento, propondo, entretanto, uma visão integradora das disciplinas de modo a se reconhecer a relação entre aquelas de uma mesma área e entre as de áreas diversas. Apresenta, também, os objetivos específicos de cada área do conhecimento reunidos em torno de competências gerais.

Com relação à Biologia, os PCNEM apresentam um diálogo que não aprofunda suficientemente suas principais questões junto aos professores; o texto perde-se em exercícios de reflexão que são pouco efetivos quando aplicados em sala de aula. Embora o documento traga orientações gerais sobre os princípios norteadores da prática didática, faltam, na verdade, sugestões e propostas ao professor do “como fazer”.

No entanto, é necessário reconhecer que, pelo menos no que tange à Biologia, o limite do comprazimento foi excedido em larga medida nos PCNEM. O floreio semântico dos textos gerais transforma-se, no capítulo reservado aos conhecimentos de Biologia, em um caminho complicado [...].

O texto sobre Conhecimentos de Biologia nos PCNEM tenta apresentar sugestões para uma abordagem que relacione teoria e prática. Ela seria fruto de uma educação tecnológica básica, na qual o educando poderia demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos da Biologia que presidem a produção moderna. No entanto, o texto enveredou por um caminho de frases feitas no qual os professores de Biologia podem encontrar pouca ou nenhuma contribuição para zelar pela aprendizagem de seus alunos.¹

¹ BIZZO, N. *Ciências biológicas: orientações curriculares do ensino médio*. Brasília: MEC/SEB, 2004, p. 165-166.

Os PCN+, propostos como orientações complementares aos PCNEM, apresentam um diálogo direto com os professores e os educadores, tornando menor a distância entre a proposição das idéias e sua execução. O texto reafirma seu compromisso com a necessidade de se articularem as competências gerais com os conhecimentos disciplinares e organiza de forma mais sistemática muitas das propostas pretendidas pelos PCNEM.

Nesse sentido, o texto dos PCN+ representou um avanço, pois propõe sugestões de organização de cursos e de aulas, além de múltiplas abordagens sobre os temas da disciplina. O documento apresenta aos professores exemplos de aplicação das propostas previstas nos Parâmetros, além de permitir a criação de novas possibilidades, segundo o perfil do aluno, a realidade de cada escola e de seu projeto político-pedagógico.

Olhando o presente

O ensino da Biologia deve enfrentar alguns desafios: um deles seria possibilitar ao aluno a participação nos debates contemporâneos que exigem conhecimento biológico. O fato de o Brasil, por exemplo, ser considerado um país megadiverso, ostentando uma das maiores biodiversidades do planeta, nem sempre resulta em discussões na escola de forma a possibilitar ao aluno perceber a importância desse fato para a população de nosso país e o mundo, ou de forma a reconhecer como essa biodiversidade influencia a qualidade de vida humana, compreensão necessária para que se faça o melhor uso de seus produtos.

Outro desafio seria a formação do indivíduo com um sólido conhecimento de Biologia e com raciocínio crítico. Cotidianamente, a população, embora sujeita a toda sorte de propagandas e campanhas, e mesmo diante da variedade de informações e posicionamentos, sente-se pouco confiante para opinar sobre temas polêmicos e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, entre outros assuntos. A lista de exemplos é interminável, e vai desde problemas domésticos até aqueles que atingem toda a população. O ensino de Biologia deveria nortear o posicionamento do aluno frente a essas questões, além de outras, como as suas ações do dia-a-dia: os cuidados com corpo, com a alimentação, com a sexualidade.

Contraditoriamente, apesar de a Biologia fazer parte do dia-a-dia da população, o ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite à população perceber o vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano. Essa visão dicotômica impossibilita ao aluno estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado sobre a Biologia. O

grande desafio do professor é possibilitar ao aluno desenvolver as habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza.

Para enfrentar esses desafios e contradições, o ensino de Biologia deveria se pautar pela alfabetização científica. Esse conceito implica três dimensões: a aquisição de um vocabulário básico de conceitos científicos, a compreensão da natureza do método científico e a compreensão sobre o impacto da ciência e da tecnologia sobre os indivíduos e a sociedade.²

Partindo desse pressuposto, o conhecimento escolar seria estruturado de maneira a viabilizar o domínio do conhecimento científico sistematizado na educação formal, reconhecendo sua relação com o cotidiano e as possibilidades do uso dos conhecimentos apreendidos em situações diferenciadas da vida. Essa proposta depende, para a concretização, de que o professor se torne um mediador entre o conhecimento sistematizado e o aluno, para que este consiga transpor para o cotidiano os conteúdos apropriados em sala de aula.

O grande desafio do professor é possibilitar ao aluno desenvolver as habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza.

Para isso, é fundamental que o professor seja capacitado, recebendo as orientações e condições necessárias a uma mudança na forma de ensinar Biologia, de maneira a organizar suas práticas pedagógicas de acordo com as concepções para o ensino da Biologia, tendo como referência os PCN. Essa capacitação deverá possibilitar ao professor reconhecer que a mudança de sua ação depende de uma educação contínua, por meio de simpósios, encontros, cursos de aperfeiçoamento que possibilitem a construção coletiva de novas alternativas educativas e permitam, também, que o professor se aproprie da cultura científica. Ou seja,

*[...] sem os conhecimentos e habilidades necessárias para efetuar estes novos objetivos e estratégias, o professorado não será capaz de operar eficazmente nos cursos. Sua formação e capacitação devem ter a mesma base pedagógica que os estudantes, para uma compreensão ampla da ciência como empresa social e humana, e esta deve manter-se ao longo da carreira profissional.*³

² MILLER, J. D. *Scientific literacy and citizenship in the 21st century. Science centers for this century*. IN: SCHIELE, B.; KOSTER, E. H. Québec: Éditions Multimondes, 2000, p. 369-413.

³ SABBATINI, M. Alfabetização e cultura científica: conceitos convergentes? *Ciência e Comunicação*, v. 1, n. 1, 2004.

Diante desses desafios e da compreensão da Biologia como disciplina essencial para a formação básica de todo cidadão, o MEC promoveu, durante o ano de 2004, uma discussão nacional sobre a organização curricular no ensino médio. As discussões ocorridas em todas as cinco regiões do país congregaram equipes técnicas das Secretarias de Educação, professores universitários e do ensino médio, além de estudantes universitários e do ensino médio. A síntese dessas discussões são apresentadas a seguir.

Resultado das discussões

Consensualmente, os conteúdos e as práticas propostos pelos PCN são considerados consistentes e atualizados. A recomendação é que o documento seja alvo de esclarecimentos, divulgação e discussão nas escolas. Os PCN+, por seu maior aprofundamento nas questões referentes a cada área e disciplina, serviram de base para muitas das reflexões que se seguem, com orientações para o cumprimento dos pressupostos estabelecidos para o ensino médio na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/96 – LDBEN, e que podem servir de subsídios à escola e sistemas de ensino, na definição de seleção e ordenação de conteúdos, procedimentos, atitudes e valores que concretizem os caminhos a serem trilhados nessa etapa conclusiva da educação básica.

Sem pretender ser um manual de procedimentos ou um protocolo de atividades, o conjunto de orientações a seguir objetiva estabelecer um diálogo com o professor de Biologia. Para tanto, é preciso reconhecer que a efetividade da ação dar-se-á não somente por meio dessas orientações, mas, fundamentalmente, na organização coletiva do trabalho docente, integrando, de acordo com o momento, professores da mesma área e das diferentes áreas em torno do projeto da escola, e na sala de aula, em que são protagonistas alunos e professores.

1 QUESTÕES DE CONTEÚDO E METODOLOGIA

Freqüentemente, o professor de Biologia se questiona quais conteúdos priorizar, quais os objetivos de aprendizagem a serem perseguidos e como atingi-los.

Os PCNEM consideram que há um conjunto de conhecimentos que são necessários ao aluno para que ele compreenda a sua realidade e possa nela intervir com autonomia e competência. Esses conhecimentos constituem o núcleo comum do currículo. Consideram, também, um conjunto de conhecimentos específicos, a parte diversificada, constituído por questões e problemas relativos à determinada comunidade, à determinada escola, e que merecem ser estudados.

Segundo os PCNEM,

[...] é objeto de estudo da Biologia o fenômeno da vida em toda a sua diversidade de manifestações. [...] O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão [...] dos limites dos diferentes sistemas explicativos [...] e a compreensão que a ciência não tem respostas definitivas [...].⁴

Assim, os conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico. O aluno precisa ser capaz de estabelecer relações que lhe permitam reconhecer que tais sistemas se perpetuam por meio da reprodução e se modificam no tempo em função do processo evolutivo, responsável pela enorme diversidade de organismos e das intrincadas relações estabelecidas pelos seres vivos entre si e com o ambiente. O aluno deve ser capaz de reconhecer-se como organismo e, portanto, sujeito aos mesmos processos e fenômenos que os demais. Deve, também, reconhecer-se como agente capaz de modificar ativamente o processo evolutivo, alterando a biodiversidade e as relações estabelecidas entre os organismos.

... os conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados ...

A escola, ao definir seu projeto pedagógico, deve propiciar condições para que o educando possa conhecer os fundamentos básicos da investigação científica; reconhecer a ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos, e, portanto, não neutra; compreender e interpretar os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no ambiente.

Trata-se, portanto, de capacitar o educando para interpretar fatos e fenômenos – naturais ou não – sob a óptica da ciência, mais especificamente da Biologia, para que, simultaneamente, adquira uma visão crítica que lhe permita tomar decisões usando sua instrução nessa área do conhecimento.

⁴ BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SEB, 2002, p. 219.

*[...] Todos devem aprender ciência como parte de sua formação cidadã, que possibilite a atuação social responsável e com discernimento diante de um mundo cada dia mais complexo.*⁵

1.1 Os PCN+ e os temas estruturadores

Os PCN+ reafirmam que os conteúdos e as estratégias de aprendizagem devem propiciar o ensino por competências. Nesse sentido,

[...] o ensino da Biologia deve servir como “meio para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções”. (PCN+, p. 36).

Reconhecendo que os principais temas biológicos referem-se à compreensão da vida na Terra, das consequências dos avanços tecnológicos e da intervenção humana, os PCN+ sintetizam, a título de referência, seis temas estruturadores:

1. interação entre os seres vivos;
2. qualidade de vida das populações humanas;
3. identidade dos seres vivos;
4. diversidade da vida;
5. transmissão da vida, ética e manipulação gênica;
6. origem e evolução da vida.

Os temas estruturadores têm a função de ajudar o professor a organizar suas ações pedagógicas, configurando-se como meios para atingir os objetivos do projeto pedagógico da escola, e não como objetivos em si. Dessa forma, devem ser utilizados para criar situações de aprendizagem que permitam o desenvolvimento de competências tais como saber comunicar-se, saber trabalhar em grupo, buscar e organizar informações, propor soluções, relacionar os fenômenos biológicos com fenômenos de outras ciências, construindo, assim, um pensamento orgânico. Não se trata simplesmente de mudar o planejamento para que a ação pedagógica se enquadre nos temas estruturadores, e sim de utilizar esses temas biológicos como instrumentos para que a aprendizagem tenha significado, de forma que o aluno seja capaz de relacionar o que é apresentado na escola com a sua vida, a sua realidade e o seu cotidiano.

⁵ BIZZO, N. *Op. cit.*, p. 157.

Um professor que utilize o livro didático em suas aulas conta com uma sequência já organizada de apresentação dos assuntos. Diante da proposta dos temas estruturadores, e considerando a sua realidade específica, as necessidades de seus alunos, as particularidades de sua escola e região, o professor pode selecionar os temas que são mais significativos e resolver como deverão ser trabalhados de modo a possibilitar situações de aprendizagem a partir das vivências dos alunos.

Os seis temas estruturadores estão didaticamente subdivididos em quatro unidades temáticas. O tema 1, Interação entre os seres vivos, por exemplo, é subdividido nas seguintes unidades temáticas: 1. A interdependência da vida; 2. Os movimentos dos materiais e da energia na natureza; 3. Desorganizando os fluxos da matéria e da energia e 4. Problemas ambientais brasileiros e o desenvolvimento sustentável. Além de descrever os conteúdos a serem abordados em cada um dos seis temas estruturadores e em cada uma de suas unidades temáticas, os PCN+ explicitam quais competências podem ser desenvolvidas em cada tema estruturador e as sugestões de atividades que podem ser realizadas em cada unidade temática.

1.2 Abordagem dos conteúdos no ensino de Biologia

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. O tema 6 dos PCN+ – origem e evolução da vida – contempla especificamente esse assunto, mas é importante assinalar que esse tema deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema *origem e evolução da vida* ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia.

Vivendo num país com uma das maiores biodiversidades do planeta, é imprescindível que os cidadãos tenham conhecimento dessa diversidade biológica e compreendam sua responsabilidade sobre esse contexto. Os PCN+ contemplam os conteúdos relacionados à biodiversidade,⁶ que devem ser apresentados de forma a permitir ao aluno perceber a importância da biodiversidade para a vida na Terra,

⁶ Nos PCN+ de Biologia, os conteúdos referentes à biodiversidade estão agrupados nos temas 1. Interação entre os seres vivos e 4. Diversidade da vida.

destacando seus componentes e interações, bem como os fatores que favorecem o seu surgimento e aqueles que restringem sua perpetuação. São dois os focos principais desse tema: um centrado na diversidade dos organismos e em sua interdependência, e o outro voltado para os impactos causados pelas ações humanas.

É importante assinalar que a diversidade biológica não deve ser tratada apenas em relação ao número de espécies, mas sim em todos os seus níveis: diversidade dos ecossistemas, das populações, das espécies e dos genes. Com isso, o assunto deixa de ser apenas um tópico dentro de um capítulo de ecologia e passa a ser tema mais central, envolvendo aspectos ecológicos, taxonômicos e genéticos.

O estudo da diversidade biológica não deve ser associado apenas aos ecossistemas terrestres, fato recorrente nos livros didáticos. A diversidade dos ecossistemas aquáticos é bastante relevante e deve ser considerada, principalmente diante da extensão da costa litorânea brasileira e da quantidade de rios e lagos do país.

Outro aspecto de importância crucial é que a abordagem da diversidade tenha um enfoque centrado – mas não exclusivo – na realidade brasileira. Cada vez mais decisões de cunho político e econômico devem ter estreita relação com o domínio do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira. Na condição de cidadãos deste país, todos devem estar instruídos sobre esse assunto. Temas como os usos da biodiversidade, o suprimento de produtos que ela propicia, os chamados serviços ambientais e os saberes associados à biodiversidade (influência da biodiversidade nos regionalismos, nas culturas tradicionais, nos costumes) devem ser trabalhados em sala de aula.

O professor deve conduzir o aluno à compreensão de que todos os organismos estão sujeitos aos mesmos processos, como recepção de estímulos do meio ...

Uma decorrência quase espontânea do aprendizado sobre diversidade – ou então, um provocador desse aprendizado – é o estudo sobre a identidade dos seres vivos e a transmissão da vida,⁷ assuntos centrais da biologia celular e da hereditariedade. Esses temas, comumente tratados como itens isolados, devem possibilitar a articulação com outros temas afins, criando condições para que o aluno compreenda as relações entre os vários assuntos: a biologia celular e a hereditariedade se configuram justamente como pontos de convergência dos seres vivos, conferindo-lhes, ao mesmo tempo, identidade e diversidade.

⁷ Tais conteúdos compõem os seguintes temas dos PCN+: 3. Identidade dos seres vivos e 5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica

O professor deve conduzir o aluno à compreensão de que todos os organismos estão sujeitos aos mesmos processos, como recepção de estímulos do meio, integração e resposta, obtenção, transformação e distribuição de energia, trocas gasosas, equilíbrio de água e sais em seu corpo, remoção de produtos finais do metabolismo e perpetuação da espécie.

Para tanto, é preciso compreender a célula como um sistema organizado, no qual ocorrem reações químicas vitais, e que está em constante interação com o ambiente, distinguir os tipos fundamentais de célula e a existência de organelas com funções específicas, reconhecer os processos de manutenção e reprodução da célula (mitose e meiose) como forma de interligar a gametogênese e a transmissão dos caracteres hereditários, comparar e perceber semelhanças e diferenças entre os seres unicelulares e pluricelulares.

O aluno deve compreender como as informações genéticas codificadas no DNA definem a estrutura e o funcionamento das células e determinam as características dos organismos. Deve também conhecer o princípio básico de duplicação do DNA e saber que esse processo está sujeito a erros – mutações – que originam novas versões (alelos) do gene afetado e podem, ou não, ser causadores de problemas para os diferentes organismos. É preciso ressaltar que as mutações são a fonte primária da variabilidade e, portanto, permitiram a constituição da biodiversidade hoje existente.

Cabe estimular o aluno a avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços das técnicas de clonagem e da manipulação do DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos. Trata-se da evolução sob a intervenção humana.⁸ Sobre esse tema, podem-se gerar discussões, por exemplo, em relação à seleção artificial, ao surgimento e perda de espécies e ao aumento da expectativa de vida da população humana.

Assim como a evolução, os temas referentes ao ser humano devem contemplar todos os conteúdos. Compete ao ensino da Biologia, prioritariamente, o desenvolvimento de assuntos ligados à saúde, ao corpo humano, à adolescência e à sexualidade.

Além das definições sobre saúde e doença, dos indicadores de saúde pública, dos índices de desenvolvimento, devem estar presentes, ainda, conteúdos referentes à dinâmica das populações humanas e à relação entre sociedade e natureza. Por intermédio desses assuntos, o aluno tem condições de analisar o crescimento populacional e avaliar as perspectivas futuras, considerando a produção de ali-

⁸ Unidade temática 4, tema 6 dos PCN+.

mentos, o uso do solo, a disponibilidade de água potável, o problema do esgoto, do lixo e da poluição.

É importante criar condições para que o aluno compreenda a necessidade do manejo adequado dos recursos naturais e analise sua utilização sob aspectos históricos e perspectivas futuras. Para que ele possa, assim, reconhecer os fatores que influenciam a qualidade de vida das populações humanas e o significado do uso sustentável dos recursos naturais, para a conservação e preservação da população humana. Nesse contexto, inserem-se temas relativos à origem do ser humano e à evolução cultural.⁹

Assim, no que diz respeito aos conteúdos, os PCN+ afirmam que não pretendem “reinventar os campos conceituais da Biologia”, mas apresentar possibilidades e destacar os “aspectos essenciais à vida e à vida humana que vão ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos referidos na prática”. (p. 41). Nesse contexto, é possível notar abordagens ora mais conservadoras, ora mais inovadoras. O mais importante é que o professor tenha convicção de que não existem protocolos a serem seguidos.

As aulas de Biologia, e das ciências como um todo, devem estar disponíveis ao debate e à discussão sobre o papel e as influências exercidas pelo conhecimento científico na sociedade (MANZKE, 2000). A escolha de um

A escolha de um outro caminho depende, primeiro, do projeto pedagógico elaborado pela escola, considerando a realidade regional e a de seus alunos.

outro caminho depende, primeiro, do projeto pedagógico elaborado pela escola, considerando a realidade regional e a de seus alunos. A partir dessa construção coletiva, o professor, em sala de aula, organiza o trabalho procurando, em situações particulares, os caminhos mais significativos para seus alunos.

1.3 Metodologia

Como fazer? Essa pergunta aflige aqueles cuja tarefa é possibilitar o aprendizado do aluno. No tocante às estratégias a serem aplicadas no desenvolvimento dos conteúdos de Biologia, os PCN+ apresentam diversas propostas úteis ao professor, relacionadas tanto no item “Estratégias para a ação” como ao longo da descrição das quatro unidades temáticas dos seis temas estruturadores.

No item “Estratégias para a ação”, os PCN+ enfatizam que o trabalho do professor é o de mediador, ou seja, responsável por apresentar problemas ao aluno que o desafiem a buscar a solução.

⁹ Unidade temática 3, tema 6 dos PCN+.

O item “Estratégias para a abordagem dos temas” apresenta atividades como a experimentação, o estudo do meio, o desenvolvimento de projetos, os jogos, os seminários, os debates, a simulação, como propostas que possibilitam a parceria entre professor e alunos.

Estratégias para abordagem dos temas.¹⁰

O processo ensino-aprendizagem é bilateral, dinâmico e coletivo, portanto é necessário que se estabeleçam parcerias entre o professor e os alunos e dos alunos entre si. Diversas são as estratégias que propiciam a instalação de uma relação dialógica em sala de aula, e, entre elas, podemos destacar algumas que, pelas características, podem ser privilegiadas no ensino da Biologia.

Experimentação

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a idéia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes.

Estratégias para
abordagem dos
temas.

¹⁰ BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002, p. 55-57.

Estudos do meio

A realização de estudos do meio é motivadora para os alunos, pois desloca o ambiente de aprendizagem para fora da sala de aula. Um estudo do meio significativo pode ser realizado na região onde se situa a escola, [...] e, nessas circunstâncias, os alunos têm oportunidade de:

- *avaliar as condições ambientais, identificando, por exemplo, o destino do lixo e do esgoto, o tratamento dado à água, o modo de ocupação do solo, as condições dos rios e córregos e a qualidade do ar;*
- *entrevistar os moradores, ouvindo suas opiniões sobre as condições do ambiente, suas reclamações e sugestões de melhoria;*
- *elaborar propostas visando à melhoria das condições encontradas, distinguindo entre as de responsabilidade individual das que demandam a participação do coletivo ou do poder público;*
- *identificar as instâncias da administração pública para as quais as reivindicações devem ser encaminhadas.*

Desenvolvimento de projetos

O ensino por meio de projetos, além de consolidar a aprendizagem, contribui para a formação de hábitos e atitudes, e para a aquisição de princípios, conceitos ou estratégias que podem ser generalizados para situações alheias à vida escolar. Trabalhar em grupo dá flexibilidade ao pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades, e na comunicação com os colegas. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina e o desenvolvimento de autonomia, e o automonitoramento.

Em um projeto pedagógico, mesmo que a idéia inicial parta do professor, é muito importante a participação dos alunos na definição dos temas e na elaboração de protocolos para o desenvolvimento das atividades – tal encaminhamento desenvolve o sentimento de pertencimento, além de fazer com que o aluno tenha a oportunidade de desenvolver condições de planejar de executar trabalhos e pesquisa, viabilizando maior autonomia para o estudo. Todas as etapas devem ser discutidas, com a delimitação clara do papel de cada um. Essa participação cria um comprometimento e uma responsabilidade compartilhada quanto à execução e ao sucesso do projeto. Assim, um projeto não deve ser uma tarefa determinada pelo professor, mas sim eleito e discutido por todos, professor e alunos. É possível desenvolver projetos individuais ou em duplas; em outros mais

amplos, envolver grupos maiores de alunos; ou ainda mobilizar a classe, uma determinada série, ou mesmo toda a escola.

Jogos

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.

Utilizar jogos como instrumento pedagógico não se restringe a trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e os procedimentos já estão determinados; mas, principalmente, estimular a criação, pelos alunos, de jogos relacionados com os temas discutidos no contexto da sala de aula.¹¹ [...]

Seminários

Uma dificuldade que os alunos geralmente apresentam é a de se expressarem de maneira coerente e inteligível. Uma estratégia para trabalhar esse tipo de dificuldade é o desenvolvimento de alguns temas na forma de seminários. Por exemplo, a proposição de um seminário com o título “Organismos transgênicos: perigo para o planeta ou solução para a fome do mundo?” dá oportunidade aos alunos para pesquisar em diferentes fontes, visitar instituições, entrevistar especialistas, organizar as suas idéias, realizar julgamentos críticos e exercitar posturas éticas. Além disso, ensina-os a ordenar as idéias para poder expô-las e defendê-las perante os colegas, a ouvir críticas e debatê-las. A apresentação de um seminário propicia a utilização de material audiovisual, da criatividade na confecção de cartazes e transparências, e o desenvolvimento da escrita, pois devem ser produzidos textos para serem apresentados ao professor e aos colegas.

¹¹ Op. cit., p. 56. Os PCN+ apresentam exemplos práticos do desenvolvimento de alguns projetos e jogos.

Debates

Uma outra estratégia que desperta grande interesse nos alunos é a que envolve uma pesquisa, individual ou em grupos, sobre um tema, e o debate em sala de aula das conclusões a que chegaram os diferentes grupos. Um tema adequado para esse tipo de abordagem é a “Origem e evolução da vida”. Os alunos seriam estimulados a pesquisar textos diversos sobre a origem da vida com explicações científicas atuais; explicações científicas do século XIX; lendas indígenas, lendas da cultura oriental, textos extraídos da mitologia grega ou da Bíblia. Após a seleção dos textos, seria organizado um fórum de discussão para estabelecer distinção entre as concepções científicas e não científicas, e um debate em que parte dos alunos, baseados em argumentos construídos cientificamente, defenderia o acaso no surgimento da vida, e a outra parte defenderia a existência de um projeto orientando o seu aparecimento.

Simulação

Os alunos poderiam ser orientados na proposição e na realização de experimentos simples para testar, por exemplo, as hipóteses sobre biogênese ou abiogênese, ou a simulação de cruzamentos genéticos, a partir dos quais os alunos construiriam os conceitos básicos da transmissão das características hereditárias.

Várias outras estratégias poderiam ainda ser sugeridas. O essencial, no entanto, é que a seleção leve em conta se a estratégia é a mais adequada para explorar o assunto e, principalmente, para desenvolver as competências privilegiadas para aquele instante. (PCN+, 2002)

Nas unidades temáticas,¹² são apresentadas idéias gerais descritivas de cada unidade. Como exemplo, a unidade temática 1. *A interdependência da vida* (tema estruturador 1. *Interação entre os seres vivos*) traz a seguinte idéia:

- identificar no globo terrestre as regiões de maior diversidade de seres vivos associando essa concentração e variedade de vida com as condições de luz e umidade.

A partir desse item descritivo, devem ser propostas diversas atividades. O professor pode solicitar aos alunos que pesquisem, por exemplo, a taxa anual de precipitação e o número de espécies de animais ou plantas nativas das diversas regiões mundiais. Com esses dados, os alunos podem construir um gráfico que

¹² BRASIL. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002, p. 42-51.

relacione índice anual de precipitação e número de espécies. Ao final, a associação entre biodiversidade e um fator climático poderia ser discutida a partir dos dados pesquisados pelos alunos, e até, pensando-se na interdisciplinaridade, discutir a questão da ocupação urbana, no seu contexto histórico, geográfico e social.

Em todas as unidades temáticas são propostas idéias descritivas que permitem ao aluno a compreensão da realidade. Em outro exemplo, no tema estruturador 2, unidade temática 2: *A distribuição desigual da saúde pelas populações*, sugere-se que os alunos entrevistem membros de comunidades de bairros diferentes para identificar a percepção em relação aos serviços de saúde e outros, ofertados pelo poder público, e saber como encaminhar as reivindicações. Uma atividade como essa coloca o aluno como protagonista frente a uma situação de realidade social, possibilitando que ele avalie a desigualdade de distribuição dos serviços de saúde e os fatores associados a esse problema.

É importante insistir que as estratégias sugeridas podem – e devem – ser usadas, e que não são, necessariamente, dependentes de laboratórios, equipamentos sofisticados ou de atividades complexas.

A adoção dessas estratégias e propostas de atividades depende, na verdade, da capacidade do professor de perceber que o centro da aprendizagem é o aluno, que deixa de ser um mero receptor passivo das informações e passa a ser o elemento ativo de sua aprendizagem.

O professor pode adotar procedimentos bastante simples mas que exijam a participação efetiva do aluno. Por exemplo, pode solicitar aos alunos que, durante determinada aula, anotem o que ficou claro a partir das explicações do professor e o que ficou obscuro. Esse procedimento requer que o aluno fique atento e, mais do que isso, avalie o que foi apresentado pelo professor. O relato feito pelos alunos também permite ao professor avaliar as dificuldades referentes a determinado assunto e então decidir como proceder.

O professor pode adotar procedimentos bastante simples mas que exijam a participação efetiva do aluno.

Outra estratégia é solicitar ao aluno que compare suas anotações com aquelas feitas por outro colega. Esse procedimento pode ser feito ao longo da aula, em breves interrupções, e permite complementar e corrigir anotações incorretas. Outro exemplo é solicitar a grupos de alunos que relacionem o que está sendo estudado na aula com o que foi visto em aulas anteriores. Ou que reflitam sobre um problema apresentado e relatem a que conclusão o grupo chegou. De qualquer

modo, todas essas estratégias bastante simples favorecem a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de competências.

Com relação às atividades práticas realizadas em laboratório, é necessário observar que o ideal seria a participação do aluno em todas as etapas da atividade, inclusive na proposição do procedimento a ser seguido. É possível, no entanto, possibilitar a aprendizagem ativa mesmo que a participação do aluno seja limitada a algumas etapas. Por exemplo, ao se propor a realização de uma atividade de laboratório, pode-se solicitar ao aluno que relate os resultados esperados a partir do procedimento que será seguido. Ou que reflita sobre as consequências para os resultados, se algum item do procedimento for alterado.

Possibilitar ao aluno um comportamento crítico e criativo diante do processo e dos resultados deve ser um dos objetivos da experimentação.

Mesmo que a escola não disponha de laboratório, é possível realizar atividades relacionadas às experimentações. O professor pode fornecer os resultados de um determinado experimento, como, por exemplo, das taxas de fotossíntese de uma determinada planta submetida a concentrações diferentes de CO_2 , e solicitar que os alunos elaborem um gráfico, analisem os resultados e cheguem a alguma conclusão. Pode, também, apresentar um problema relativo a qualquer tema biológico, por exemplo, como verificar a origem do “bicho” da goiaba, e solicitar aos alunos que proponham um procedimento de laboratório.

Ao organizar uma atividade prática, o professor deve valorizar o processo, explorar os fenômenos e analisar os resultados sob vários ângulos. Caso os resultados obtidos sejam diferentes dos esperados, deve aproveitar a situação para discutir o processo de produção científica. Ou seja, possibilitar ao aluno vivenciar as etapas do método científico. Um cuidado a ser tomado é evitar a relativização do “tudo é possível e nada é certeza”. O professor pode aproveitar a atividade prática para discutir o que seriam erros de procedimento e a múltipla possibilidade de resultados e de interpretações que, às vezes, caracteriza a ciência. Possibilitar ao aluno um comportamento crítico e criativo diante do processo e dos resultados deve ser um dos objetivos da experimentação.

A proposta de práticas que apenas confirmem a aula teórica é rotina comum nas aulas de Biologia, mas deve ser evitada tanto quanto possível pelo professor. As aulas práticas, longe de constituírem mera confirmação dos fenômenos ensinados na teoria, devem desafiar o aluno a relacionar informações.

Não devem ser, simplesmente, “a aula teórica dada de outra maneira”. Embora a manipulação correta de materiais e equipamentos seja uma habilidade a ser desenvolvida, não deve ser a finalidade única da experimentação. A aula de laboratório deve estimular a proliferação e sistematização de idéias que conjuguem teoria e prática. Dessa forma, exercícios de problematização de fenômenos e processos, elaboração de hipóteses, sistematização de dados, análises e generalizações certamente contribuirão para ampliar os conhecimentos do aluno.

Tanto em situações em que a escola disponha de um laboratório em condições apropriadas para o desenvolvimento de demonstrações, experimentos e projetos quanto nas situações em que isso não ocorra, o professor deve explorar também situações e materiais comuns, de fácil obtenção. Um vaso de planta, um aquário ou um terrário feito em uma garrafa podem permitir o desenvolvimento de múltiplos conteúdos sem grandes gastos de dinheiro ou de tempo. Mais do que contornar uma situação desfavorável, tais práticas permitem ao aluno um novo olhar sobre o corriqueiro.

O uso de espaços além da sala de aula também é interessante para o aprendizado em Biologia. Desde a visita a um museu ou a uma instituição científica – quando isso é possível – até o uso do pátio, da horta ou do jardim da escola para o desenvolvimento de atividades, todas essas ações podem conduzir a uma maior efetividade do aprendizado. O importante é o professor ter presente que os fenômenos e os processos biológicos não estão ocorrendo em situações distantes de si e de seus alunos. É preciso enfatizar que esses fazem parte da realidade de todos os seres vivos, da vida dos alunos e professores.

2 PERSPECTIVAS DE AÇÃO PEDAGÓGICA

Ao contribuírmos para a elaboração ou desenvolvimento do projeto pedagógico da escola em que lecionamos, ao estruturarmos nosso plano anual de trabalho, ao refletirmos sobre a identidade da disciplina que ensinamos, que referência devemos ter? O que fazer para ter uma visão mais abrangente e, ao mesmo tempo, mais profunda sobre essas questões?

O ensino de Biologia, assim como seu desenvolvimento, deve ser pensado e executado tendo por base as finalidades do ensino médio expressas na LD-BEN/96, nos seguintes termos:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (LD-BEN, 1996).

O professor deve ter clareza e segurança de que conteúdo, ação, desenvolvimento e avaliação no ensino de Biologia devem estar voltados para tais finalidades.

A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental talvez sejam, entre os objetivos do ensino médio, os que mais amplamente têm se cumprido. O que não significa que isso ocorra da maneira mais apropriada. Isso se deve, em grande parte, à compreensão equivocada de que o ensino médio configura-se exclusivamente como preparatório e como possibilidade de acesso ao ensino superior. Com isso, houve ênfase cada vez maior no acúmulo de informações e pouca atenção para a sistematização e a significação desse conhecimento visando ao desenvolvimento. Que desperta no aluno a consciência crítica e o torna socialmente responsável.

As ações, nesse nível de ensino, devem propiciar que as informações acumuladas se transformem em conhecimento efetivo, contribuindo para a compreensão dos fenômenos e acontecimentos que ocorrem no mundo e, particularmente, no espaço de vivência do aluno. Isso exige que o professor tenha consciência de que sua missão não se limita à mera transmissão de informações, principalmente levando-se em conta que, atualmente, as informações são transmitidas pelos meios de comunicação e pela rede mundial de computadores, quase imediatamente após os fatos terem ocorrido, a um número cada vez maior de pessoas.

O papel do professor é possibilitar que, ao acessar a informação, o aluno tenha condições de decodificá-la, interpretá-la e, a partir daí, emitir um julgamento. O professor de Biologia se depara, também, com uma outra tarefa: con-

duzir o educando à compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, outro dos objetivos do ensino médio. Por um lado, temas próprios da Biologia fazem parte cada vez mais do dia-a-dia das pessoas e das decisões que devem tomar, individual ou coletivamente. Por outro lado, existe um grande distanciamento entre a realidade dos alunos, da sala de aula e do próprio professor e a forma como se pretende que a apropriação desse conhecimento se faça. Por forma, entenda-se aqui não somente a maneira como assuntos e conteúdos são apresentados, mas também as condições estruturais e pedagógicas para fazê-lo.

Uma possibilidade de ação é o estabelecimento, pelo professor, de vínculos diretos e claros entre o conteúdo e a realidade. Trata-se da *contextualização*. O ponto de partida para o estudo e a compreensão da Biologia, portanto, deve ser o contexto do aluno e da escola.

Se a realidade dos alunos, seus conhecimentos e vivências prévias, forem considerados como ponto de partida, o ensino da Biologia fará sentido para o aluno e a compreensão dos processos e fenômenos biológicos será possível e efetiva. Concorre a favor da contextualização o fato de que estamos inseridos em um mundo biológico, mais do que isso, fazemos parte dele. Além disso, em um mundo cada vez mais globalizado, acontecimentos distantes podem afetar diretamente a vida do aluno e constituir pontos de partida para tornar os conteúdos biológicos mais atraentes.

Dessa forma, não faltam exemplos e possibilidades de trabalho. Existe, porém, uma ressalva importante: contextualizar, aqui, não significa meramente exemplificar com situações vividas pelos alunos. São muito freqüentes, principalmente nos livros didáticos, situações em que o contexto serve apenas como acessório à informação e não como ponto de partida para o aprendizado.

Destaca-se que, para que haja contextualização, o primeiro movimento deve ser do professor, que, ao olhar ao seu redor, consegue reconhecer situações que possibilitem ou facilitem o aprendizado. Esse processo, para o qual não existem protocolos, requer a reorganização das informações. Em uma escola situada em área de grande produção agropecuária, a realidade dos alunos será uma, e os assuntos usados como pontos de partida para a contextualização serão diferentes, por exemplo, dos de uma escola situada no meio de uma grande metrópole, onde os problemas e a realidade são distintos. Contudo, ambas as escolas poderão trabalhar conceitos que vão desde ecologia e impacto humano no meio ambiente até mutações no DNA, usando prioritariamente exemplos e situações de sua realidade. Daí ser fundamental a participação do professor na elaboração do projeto político-pedagógico da escola.

O professor deve ter presente que a contextualização pode – e deve – ser efetivada no âmbito de qualquer modelo de aula. Existe a possibilidade de contextualização tanto em aulas mais tradicionais, expositivas, quanto em aulas de estudo do meio, experimentação ou no desenvolvimento de projetos. A própria escola e seu entorno podem servir de ponto de partida para a contextualização. A presença ou a ausência de elementos biológicos nesse espaço configura-se como um bom elemento para iniciar qualquer assunto na disciplina. Se o aluno começar a enxergar para além de sua realidade cotidiana, se perceber novos fatos e levantar novas questões, mesmo sobre lugares e coisas que não lhe são tão familiares, então o princípio da contextualização terá acontecido. É o respeito e a valorização das especificidades locais que garantem a reconstrução permanente do currículo de qualquer disciplina.

É importante, também, que o professor perceba que a contextualização deve ser realizada não somente para tornar o assunto mais atraente ou mais fácil de ser assimilado. Mais do que isso, é permitir que o aluno consiga compreender a importância daquele conhecimento para a sua vida, e seja capaz de analisar sua realidade, imediata ou mais distante, o que pode tornar-se uma fonte inesgotável de aprendizado. Além de valorizar a realidade desse aluno, a contextualização permite que o aluno venha a desenvolver uma nova perspectiva: a de observar sua realidade, compreendê-la e, o que é muito importante, enxergar possibilidades de mudança.

Por outro lado, para que sejam eficazes, as ações pedagógicas devem considerar a problemática da juventude, ou seja, é necessário se conhecer quem são os jovens e quais são suas relações com a realidade escolar. Ou seja, no ensino médio, a realidade tal como é percebida pelo jovem, que pouco ou nunca é considerada, paradoxalmente, é de importância central. O conhecimento do protagonismo juvenil e as culturas próprias da juventude devem ser levados em conta. Na maior parte das vezes, o jovem vê-se pouco refletido nas propostas pedagógicas para esse segmento do ensino, o que causa estranhamento e distanciamento, e impede a construção de uma relação significativa com o ambiente escolar. Cada escola, cada turma e cada realidade demandam temas diferentes que servirão para estabelecer os vínculos com a realidade. Portanto, a proposição de qualquer fórmula ou modelo padrão seria insustentável, parcial e ineficiente.

O uso das culturas próprias da juventude como ponto de partida para o trabalho pedagógico pode relacionar-se diretamente ao objetivo do ensino médio de preparar o educando para o mundo do trabalho. No ensino médio, o trabalho é considerado princípio educativo em dois sentidos. No primeiro, porque “proporciona a compreensão do processo histórico de produção científica e tec-

nológica, como conhecimentos desenvolvidos e apropriados socialmente para a transformação das condições naturais e ampliação das capacidades, potencialidades e dos sentidos humanos”. No segundo sentido, porque “coloca exigências específicas para o processo educativo, visando à participação direta dos membros da sociedade no trabalho socialmente produtivo”.¹³ Sob essa ótica, busca-se que o aluno compreenda as ciências e as tecnologias como um conjunto de conhecimentos produzidos coletivamente pela humanidade, e que geram as técnicas e os procedimentos do trabalho produtivo.

Não se trata, assim, de o professor profissionalizar o aluno em Biologia, mas de instrumentalizá-lo nos métodos e nas práticas dessa ciência, de estimular, nesse aluno, uma postura de busca do conhecimento, de continuidade do aprendizado mesmo fora da escola – por iniciativa própria – e de discernimento para vislumbrar outras e novas possibilidades de inserção no mercado de trabalho. Entretanto, para que se processem tais ações, o professor necessitará de meios que lhe permitam qualificação permanente para o atendimento das demandas manifestadas.

No ensino da Biologia, existem vários campos de atuação que podem ser explorados e evidenciados pelo professor, tomados como ponto de partida e contextualização de suas aulas. O agronegócio, as questões de saúde pública, o turismo ambiental, as medidas de qualidade e de serviço ambiental, a própria divulgação científica e a transmissão do conhecimento são todos exemplos que podem ser destacados. Cada realidade certamente propicia um enfoque e uma abordagem distintos, e cabe ao professor estar atento e selecionar os temas que mais seduzirão seus alunos.

Outra possibilidade de ação pedagógica a ser desenvolvida, complementar à contextualização, é a abordagem interdisciplinar dos conteúdos. Idealmente, a interdisciplinaridade deve ser construída no contexto do projeto pedagógico da escola. No entanto, mesmo iniciativas isoladas, embora limitadas e não tão efetivas, podem facilitar a aprendizagem dos alunos.

... busca-se que o aluno
compreenda as ciências e
as tecnologias como um
conjunto de conhecimentos
produzidos coletivamente
pela humanidade ...

¹³ RAMOS, M. Na. O projeto unitário de ensino médio sob os princípios do trabalho, da ciência e da cultura. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. (Org.) *Ensino médio: ciência, cultura e trabalho*. Brasília: MEC/Semtec, 2004, p. 37-52.

Um primeiro passo, que pode ser produtivo e conduzir posteriormente à interdisciplinaridade sistêmica, é a abordagem simultânea de um mesmo assunto por diferentes disciplinas. Isso exige um acerto de planos de aula e de cronogramas entre os professores, respeitando-se as especificidades de cada disciplina. Nessa ação, professores de diferentes disciplinas e áreas podem descobrir conteúdos que permitam um trabalho conjunto. Podem, também, verificar como um mesmo conceito, processo ou fenômeno, é abordado nas diferentes disciplinas e investigar pontos em comum que podem ser explorados nas aulas.

A idéia não é uniformizar, mas expor o aluno à multiplicidade de enfoques, informações e conhecimentos de forma que perceba que os conhecimentos de cada disciplina apresentam múltiplas interfaces, sendo capaz de inter-relacionar fenômenos, conceitos e processos, e de construir um pensamento orgânico.

É importante observar que a interdisciplinaridade não acontece somente por força da lei ou pela vontade do professor, do diretor ou do coordenador pedagógico. A interdisciplinaridade só é possível em um ambiente de colaboração entre os professores, o que exige conhecimento, confiança e entrosamento da equipe, e, ainda, tempo disponível para que isso aconteça. Daí a importância do projeto pedagógico da escola, que deve prever tempo, espaço e horários de atividades dos professores para que um programa de interdisciplinaridade possa ocorrer.

A interdisciplinaridade só é possível em um ambiente de colaboração entre os professores, o que exige conhecimento, confiança e entrosamento da equipe ...

Não se deve, também, esperar que a interdisciplinaridade aflore por si só, sem que haja um movimento para isso e independentemente do contexto das disciplinas. Cada disciplina possui características e assuntos que lhe permitirão conexões com outras disciplinas com maior ou menor facilidade. Assim, em Biologia é mais freqüente haver conexões com assuntos da Química ou da Física, mesmo porque os temas dessas

três disciplinas são trabalhados em uma mesma área de conhecimento no ensino fundamental: Ciências. Igualmente, devem tentar estabelecer vínculos com outras disciplinas. A Educação Física oferece várias possibilidades de assuntos a serem trabalhados nos tópicos do corpo humano, por exemplo. A Geografia pode ser conectada a assuntos relativos ao meio ambiente e à ecologia. A História pode permitir que o aluno entenda o processo das descobertas científicas como fruto de contextos históricos e sociais. Dessa forma, o professor pode identificar a vinculação entre as disciplinas e estabelecer pontos de mútuo interesse para investigação.

O que não se deve fazer é forçar situações artificiais em nome de uma estratégia pedagógica que, ao final, pode redundar em pouca efetividade ou, o que é pior, em deficiências na aprendizagem. Ou então desconsiderar o que é próprio de cada disciplina em favor de uma pretensa interdisciplinaridade que termina por não ser obtida. Deve-se evitar que a interdisciplinaridade se resuma a um discurso generalista que pouco ou nada significa. A interdisciplinaridade só é possível a partir da existência de disciplinas e do estabelecimento de um conjunto sólido de conhecimentos que elas propiciam. O que deve ser buscado é o diálogo entre esses conhecimentos para que sejam possibilitadas novas aprendizagens.

No que diz respeito à formação do educando como cidadão e como personalidade ética e crítica, a Biologia tem grande contribuição a dar. Também aqui, certamente, a aproximação do conteúdo específico com a realidade do aluno trará maior eficácia ao aprendizado. Por exemplo, o estudo da Citologia e da Fisiologia Celular será mais atraente se o ponto de partida for o próprio aluno, em vez de serem tomados exemplos genéricos, de células genéricas. Uma questão é o aluno saber que existem células, como elas funcionam e que organelas contêm. Realidade bem diferente é ele se dar conta de que todos esses processos e acontecimentos têm lugar em seu próprio corpo e em sua própria pele e outros órgãos, como resultado de fenômenos biológicos complexos e intrincados que devem ser cuidados e preservados.

O aprendizado que permite tal constatação deve conduzir, por sua vez, a atitudes para além do conhecimento científico, levando o aluno a desenvolver atitudes de valorização da própria vida e da de seus semelhantes. Em tempos em que a violência alcança níveis intoleráveis, não deixa de ser oportuna qualquer iniciativa no sentido da valorização da vida e do resgate da auto-estima do cidadão.

Outro exemplo ilustra bem essa contribuição que a Biologia pode dar na formação ética do cidadão: o ensino da Genética pode levar o aluno à compreensão de que, apesar da diversidade de fenótipos, de culturas, de origens geográficas, todos os seres humanos possuem uma mesma ascendência e compartilham características semelhantes, de maneira que não existem bases biológicas que justifiquem atitudes de preconceito.

A formação ética e o pensamento crítico podem ser estimulados, em Biologia, pela exposição do aluno a questões como: produzir ou não em larga escala organismos geneticamente modificados; quais os riscos e benefícios da utilização de transgênicos; apoiar ou não uma lei que prevê o desmatamento de um trecho da Amazônia para a produção de alimentos e a geração de empregos; apoiar ou não a destruição de uma área de mangue para a construção de casas populares; usar ou não, terapeuticamente, células-tronco embrionárias. São situações-problema

em que o aluno, explicitamente, é obrigado a tomar decisões fundamentadas em conhecimentos científicos e relacionadas aos seus valores pessoais ou sociais.

Um caso típico de contraposição entre ciência e valor – no caso, o valor religioso – é a discussão sobre o ensino (ou não) do criacionismo em aulas de Biologia em que se discute sobre a origem e a evolução da vida. Longe de apenas polemizar ou de buscar respostas evasivas, essa é uma valiosa oportunidade para que o professor destaque o papel da ciência, mais especificamente da Biologia, na tentativa de esclarecer questões por meio de evidências, de fatos, e pelo uso de procedimentos e metodologias que lhe são próprios. No caso das escolas públicas, deve-se assegurar o caráter laico do ensino, conforme determina a lei.

Existem dois equívocos igualmente perniciosos que alguns professores chegam a cometer nos momentos em que há contraposição entre valores e conhecimento científico: ou a explicação científica é apresentada como verdade imutável e absoluta, única possibilidade de crença, ou então o conhecimento científico é horizontalmente colocado com todas as demais crenças, configurando-se apenas como mais uma explicação entre tantas. Tais manifestações dogmatizadoras em nada contribuem para o desenvolvimento de uma personalidade crítica, e a isso o professor deve estar muito atento.

Os PCNEM afirmam que “o conhecimento da Biologia deve *subsidiar* o julgamento de questões polêmicas [...]”.¹⁴ Ou seja, embasado em informações e conhecimento, o cidadão deve construir suas decisões. O erro a ser evitado é a suposição de que apenas a informação científica é suficiente para permitir a tomada de decisões e a emissão de julgamentos. Ao professor cabe mediar o diálogo entre informação científica, valores e crenças de cada educando, pois ora esses elementos caminharão juntos, ora contrapor-se-ão. Cabe, também esclarecer que, na maioria das vezes, respostas a questões complexas não são simples afirmações ou negações. Existem fatos e informações a serem ponderados antes que uma decisão seja tomada e, uma vez isso feito, tampouco significa que seja definitivo, pois diante de novos fatos e evidências, tanto o cidadão quanto a própria Ciência reavaliam suas decisões. A própria estruturação de um novo valor muitas vezes vem embasada pelo avanço do conhecimento científico.

3 AVALIAÇÃO

O processo de avaliação visa a julgar como e quanto dos objetivos iniciais definidos no plano de trabalho do professor foram cumpridos. Necessariamente, deve

¹⁴ PCNEM, p. 219 (grifo nosso).

estar estreitamente vinculado aos objetivos da aprendizagem. Além disso, tem a finalidade de revelar fragilidades e lacunas, pontos que necessitam de reparo e modificação por parte do professor. Ou seja, a avaliação deve estar centrada tanto no julgamento dos resultados apresentados pelos alunos quanto na análise do processo de aprendizado.

Em um ensino por competências, o processo de avaliação não se limita a instrumentos com perguntas que exigem apenas operações cognitivas simples como a memorização. A formação de indivíduos treinados apenas para memorizar frases e responder a perguntas com respostas determinadas é incompatível com o desenvolvimento de cidadãos socialmente inseridos e com espírito crítico aguçado, um dos objetivos da educação.

Os PCN+ consideram que, entre outras características, o processo de avaliação deve:

- retratar o trabalho desenvolvido;
- possibilitar observar, interpretar, comparar, relacionar, registrar, criar novas soluções usando diferentes linguagens;
- constituir um momento de aprendizagem no que tange às competências de leitura e interpretação de textos;
- privilegiar a reflexão, análise e solução de problemas;
- possibilitar que os alunos conheçam o instrumento assim como os critérios de correção;
- proporcionar o desenvolvimento da capacidade de avaliar e julgar, ao permitir que os alunos tomem parte de sua própria avaliação e da de seus colegas, privilegiando, para isso, os trabalhos coletivos. (PCN+, p. 137).

O professor deve, também, ter como parâmetro para avaliação os objetivos mais específicos da disciplina, o projeto pedagógico da escola e as finalidades do ensino médio expressas na LDBEN. Em especial, quatro parâmetros podem servir como critérios no processo de avaliação:

- a) apropriação dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental;
- b) relação entre a teoria e a prática;
- c) preparação do aluno para o mundo do trabalho e o exercício da cidadania;
- d) formação ética e desenvolvimento de uma personalidade autônoma e crítica.

Para cada um desses critérios poderão ser desenvolvidas múltiplas formas de avaliação, desde uma prova com perguntas dissertativas até a execução de seminários e debates, nos moldes do que propõem os PCN+.

Ao elaborar uma prova com questões dissertativas, por exemplo, o professor precisa considerar as características da avaliação propostas nos PCN+, ou seja,

privilegiar situações em que o aluno seja levado à reflexão, análise e resolução de problemas. Ao propor um seminário com a apresentação de temas, pode averiguar a consolidação dos conteúdos referentes a esse assunto. Estará, portanto, avaliando os resultados da aprendizagem. A avaliação pode ser realizada sob a forma de um estudo de caso ou de um debate sobre diversos assuntos, explorando uma multiplicidade de ações que permite, ao professor, averiguar os conhecimentos adquiridos e verificar se o aluno é capaz de correlacionar teoria e prática.

Os temas de natureza mais polêmica, como o uso de transgênicos na alimentação, saúde coletiva, clonagem terapêutica, efeitos da poluição sobre a célula, desnutrição, entre muitos outros, ensejam a realização de debates, desenvolvimento de projetos ou mesmo de jogos que permitam ao professor avaliar o desenvolvimento da consciência crítica e a condição argumentativa dos alunos, sua formação ética e suas posições quanto aos valores pessoais e sociais. Com isso, avaliam-se processo e resultado.

Outra possibilidade é a verificação do quanto o conhecimento inicial do aluno foi modificado (ou não), dado o desenvolvimento da disciplina. A partir daí, pode-se gerar uma discussão bastante vantajosa sobre o aprendizado ao mesmo tempo em que se avalia o quanto, como e por que o aprendizado se deu.

Mais importante, porém, que os exemplos ou a forma, é o objetivo dessa avaliação. Dele decorrem a forma e os meios. Os objetivos do ensino médio expressos pela lei e as metas do projeto pedagógico da escola em que o professor leciona passam a constituir as orientações necessárias para o processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, a escola deverá assegurar: ao aluno, uma boa formação, tornando-o capaz de realizar a transposição dos conteúdos formais na interpretação do cotidiano e na valorização dos conhecimentos não formais gerados na comunidade; ao professor: os meios necessários para proporcionar ao aluno uma formação contínua, de qualidade, que lhe garanta atualização permanente para enfrentar os avanços da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIZZO, N. **Ciências Biológicas**. In DPEM/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB. 2004

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. **Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio**, resolução CEB nº. 3 de 26 de junho de 1998.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação, Alfabetização e Diversidade (Secad). **Unidade na diversidade e a revisão dos PCN do Ensino Médio**. MEC/Secad, mimeo, 2005a.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação, Alfabetização e Diversidade (Secad). **Proposta para a inclusão nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. MEC/Secad, mimeo, 2005b.

FRIZOTTO, G. & CIAVATTA, M. (orgs.) 2004. **Ensino Médio**: Ciência, Cultura e Trabalho. MEC/SEMTEC. Brasília.

LODI, L. H. 2004. **Subsídios para uma reflexão sobre o Ensino Médio**. In DPEN/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

CONHECIMENTOS DE FÍSICA

*Texto consolidado pela equipe técnica
do Departamento de Políticas de Ensino Médio /SEB/MEC,
com edição final de Susana de Souza Barros.*

INTRODUÇÃO*

As áreas do conhecimento de Ciências da Natureza apresentam características comuns: procedimentos metodológicos, linguagem, modalização, investigação sistemática da natureza e aproximação com a tecnologia. Mas possuem também aspectos próprios e objetos de investigação distintos que as diferenciam.

Bem mais por conveniências práticas e históricas do que epistemológicas, o reconhecimento social de áreas de pesquisa, como a Física, a Química, a Biologia e a Matemática, influenciou a criação de disciplinas escolares com o mesmo nome. Para se adequarem ao ensino de Física, inclusive em termos didáticos, os conteúdos do currículo escolar precisaram passar necessariamente por transformações.¹

Isso leva a questionamentos por parte do professor: Como é feita a transposição? Que conhecimentos deverão ser ensinados?

Até hoje a resposta se encontra principalmente nos livros didáticos e nos exames vestibulares, que orientam os conteúdos escolares como se fossem as únicas alternativas. Muito freqüentemente ensinam-se as respostas sem formular as perguntas! E há um aspecto para o qual os professores devem se voltar com especial atenção, relacionado com a característica fundamental da ciência: a sua *dimensão investigativa*, dificilmente trabalhada na escola nem solicitada nas provas vestibulares.

É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder a perguntas e a procurar as informações necessárias, para utili-

Na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros.

* A elaboração deste documento teve como referência o texto Conhecimentos de Física de autoria de Elio Carlos Ricardo, José Francisco Custódio e Mikael Frank Rezende Júnior. Brasília. 2005.

¹ Esse processo pelo qual um objeto de saber chega à escola como objeto de ensino é chamado de transposição didática. Para aprofundamento, ver: ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. São Paulo: Papirus, 1995; e CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.

zâ-las nos contextos em que forem solicitadas. Na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e auto-crítica diante dos possíveis erros. Essa forma de ensino auxilia na formação das estruturas de raciocínio, necessárias para uma aprendizagem efetiva, que permita ao aluno gerenciar os conhecimentos adquiridos.

Os PCN⁺ e o professor

A compreensão do que sejam as *competências* é um dos maiores obstáculos para a implementação dos Parâmetros Curriculares na escola.

A noção de *competências*, por ter sua origem na formação profissional, reflete mudanças significativas nas relações de produção e trabalho. Sendo o objetivo principal do ensino médio a formação da *autonomia crítica do educando*, esta deve dar-se sob três aspectos: intelectual, político e econômico.

Em seu *aspecto intelectual*, a autonomia permite o pensamento independente, ou seja, educar sujeitos que utilizem seus conhecimentos, que pensem por si mesmos. Em sua *dimensão política*, a autonomia garante a participação ativa dos sujeitos na vida cidadã. A *autonomia econômica* deve assegurar uma formação para a sobrevivência material por meio do trabalho.

As competências e os saberes escolares na relação didática

Uma formação autêntica precisa considerar a noção de *competências* sob dois enfoques: i. como *referência dos saberes escolares*; e ii. como *relação didática*.

A Física escolar é diferente da ciência Física, embora ambas estejam intimamente relacionadas. Os saberes ensinados são simplificados para possibilitar seu ensino. Seria então a ciência do cientista a única referência para os conteúdos disciplinares? Ao que parece, a transposição direta não seria suficiente.

Devem-se assumir também as práticas como referências e formas de articular teoria e prática, pois, além das pesquisas científicas, fundamentais ou aplicadas, também as práticas domésticas, industriais, ideológicas, políticas e tecnológicas, bem como suas funções sociais, devem servir às escolhas didáticas. Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparatos tecnológicos, de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais. Essa pode ser uma forma de se entender a preparação para o trabalho da qual trata a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/1996 e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm

a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos.

A tão falada metáfora da alfabetização científica e tecnológica aponta claramente um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio: que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política.

Uma formação crítica exige por parte dos sujeitos a capacidade de discutir abertamente questões resolvidas em instâncias tecnocráticas, que devem estar amparadas em sólida formação científica e tecnológica. Implica que seja possível discriminar o domínio da ciência e da tecnologia do debate ético e político. O critério utilizado para a compra de uma geladeira contém aspectos técnicos e pode ser auxiliado por conhecimentos científicos. Mas quando se solicita a posição do cidadão sobre clonagem, pesticidas agrícolas ou uso de energia nuclear, entra também o debate ético e político, na medida em que esse uso compromete a própria existência humana. Mesmo quando se defende a clonagem terapêutica ou o uso pacífico da energia nuclear, devem ser discutidos os perigos potencialmente envolvidos nisso, já que a história deixou ensinamentos tão dolorosos quanto os escombros de Hiroshima. A formação por competências deve ter por objetivo possibilitar ao sujeito opinar nessas esferas.

A noção de competências deve ser entendida como uma possibilidade de colocar a relação didática em perspectiva.

A concepção da noção de competências como problema de referência dos saberes escolares dá sentido aos conteúdos escolares e vai além. A noção de competências deve ser entendida como uma possibilidade de colocar a relação didática em perspectiva. Devem-se evitar oferecer aos alunos conteúdos específicos fragmentados ou, em muitos casos, técnicas de resolução de exercícios, já que o retorno será isso mesmo: conteúdos reprodutivos, na melhor das hipóteses, de pouca utilidade fora dos bancos escolares.

Projeto de ensino

A relação didática se estabelece na escola quando há um *projeto de ensino com intenção de aprendizagem*. Essa relação é construída por um conjunto de regras

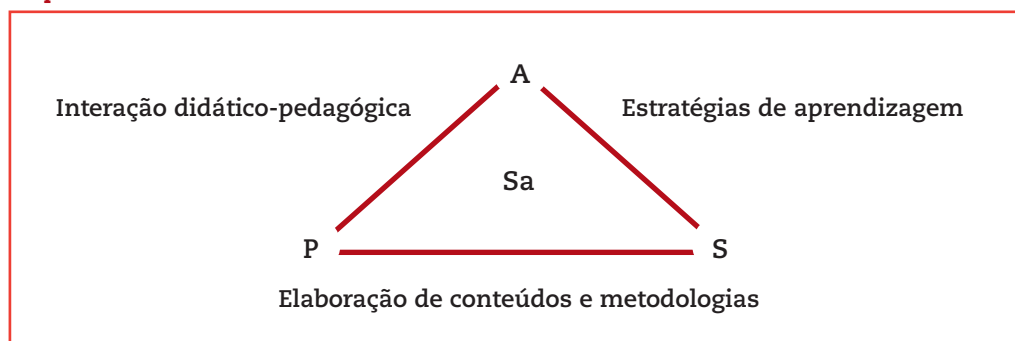
implícitas e explícitas, que determinam as obrigações e as responsabilidades que ocorrem entre professor e aluno.

Nessa relação didática existe um terceiro componente: o conhecimento a ser ensinado, que já passou por uma série de transformações e reduções até chegar nos programas e nos livros didáticos. Assim, a relação didática é muito complexa e vai além das variáveis professor, aluno e conteúdo porque:

o professor depende de seus colegas de profissão, de seu ambiente de trabalho, e tem seus saberes, concepções e convicções já estabelecidos; e o aluno depende do contexto social; de suas expectativas para alcançar objetivos pessoais e coletivos; e das relações entre aluno e professor; aluno e aluno; aluno e classe; aluno e conhecimentos a serem ensinados; aluno e saberes individuais; e aluno e representações sociais.

Verifica-se que a relação didática é formada por um complexo conjunto de elementos que influenciam diretamente seu funcionamento. É possível sintetizar essa relação no seguinte esquema,² em que **A** representa o aluno; **P**, o professor; **S**, o saber a ser ensinado, que não coincide necessariamente com o saber trabalhado na sala de aula; e **Sa**, as situações de aprendizagem.

Esquema 1



Essas interações e mediações estão relacionadas entre si, e ocorrem dentro de um sistema didático que, por sua vez, está inserido em um sistema de ensino, com influências internas e externas.

Sendo que toda relação didática está definida dentro da escola, a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para poder se relacionar com o mundo. Num tempo posterior, a escola e o professor saem de cena, e espera-se que o aluno continue a manter uma relação independente com os saberes escolares construídos.

² Adaptado de ASTOLFI, J.-P. et al. *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck & Larcier, 1997. p.72.

No início da relação didática, o professor precisa identificar meios de fazer emergir os conhecimentos que os alunos mobilizam para responder a determinadas situações. Para isso, situações de aprendizagem que os exponham a problemas que exijam *a elaboração de hipóteses e a construção de modelos* estão próximas do que sugerem as competências.

No início da relação didática, o professor precisa identificar meios de fazer emergir os conhecimentos que os alunos mobilizam para responder a determinadas situações.

Quando os conteúdos disciplinares são apresentados nos livros didáticos, a sequência das transformações pelas quais passaram acaba mascarando dificuldades, e eles são mostrados tão simplificados que parece ao aluno ser necessário apenas decorar as fórmulas e os principais conceitos, sem a necessidade de perguntar de onde vieram esses saberes. Será que Newton expressou a lei da gravitação universal tal como a conhecemos, $F = GMm/r^2$? Foi essa a forma originalmente proposta por ele?

Tempo didático, tempo de aprendizagem e relação didática significativa

Outro fator relevante na relação didática: *o tempo*. Os programas estão limitados a um cronograma definido, no qual são distribuídos os bimestres, as aulas e o que deverá ser ensinado. Mas os alunos têm um tempo de aprendizagem próprio que nem sempre coincide com o tempo didático. Assim, o acúmulo de informações não garante a aprendizagem em novas situações que certamente se dão em um tempo posterior à escola, quando a pertinência dos saberes escolares é colocada à prova. É com isso que a noção de competências se preocupa quando enfoca a relação didática. Ou seja, a escola teria de repensar seu ensino não para funcionar somente dentro de seus muros, mas para ultrapassá-los e possibilitar aos seus alunos a continuidade de sua aprendizagem sem a presença do professor. Uma relação didática terá sucesso se modificar as relações com os saberes que os alunos tinham antes dela.

O aluno cuja *competência investigativa* tiver sido adequadamente desenvolvida na escola, ao deparar-se com situações problema para cuja solução os conhecimentos adquiridos são insuficientes, poderá recorrer a livros, à Internet, ou consultar um especialista para encontrar respostas razoáveis. Portanto, a construção das competências não se encerra na escola, mas esse é o ambiente no qual se podem oferecer subsídios e possibilidades para que tal ocorra. Para isso, a *contextualização* e a *interdisciplinaridade* devem ser consideradas.

Contextualização e conhecimento científico, histórico e cotidiano

Como afirmado anteriormente, os conteúdos ensinados na escola constituem um novo saber, deslocado de sua origem. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar o problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. Há, então, uma contextualização, que é própria do processo do ensino na escola.

Outra dimensão da contextualização relaciona o *conhecimento científico e o cotidiano*. Muitas vezes confunde-se contextualização com cotidiano, porém essa relação não é tão simples. Embora a maioria dos fenômenos da natureza e dos avanços tecnológicos faça parte do dia-a-dia de uma parcela significativa da sociedade, sua explicação científica não ocorre com a mesma frequência. As pessoas explicam muitas coisas utilizando o que se poderia chamar de *senso comum*. Essas explicações são limitadas a situações específicas e superficiais.

Quando a ciência estuda um determinado fenômeno ela o modifica, idealiza-o para trazê-lo para a área de pesquisa.

A formação geral que a escola deve dar aos seus alunos tem como meta ampliar a compreensão que eles têm do mundo em que vivem. Esse empreendimento não é linear; ao contrário, o conhecimento científico possui características bem diferentes e tem de romper com o senso comum, pois busca a generalização dos conhecimentos adquiridos para uma infinidade de outras situações.

Quando a ciência estuda um determinado fenômeno ela o modifica, idealiza-o para trazê-lo para a área de pesquisa. Portanto, não se trata de escolher situações concretas e práticas para pesquisar, porque essas serão modificadas e adaptadas aos interesses e às possibilidades da área do conhecimento que irá se ocupar da tarefa. Assim, ao trazer o fenômeno para o mundo da investigação, ele sai do contexto inicial no qual foi percebido como um problema que será objeto de investigação sistemática. As teorias que se propõem compreender o fenômeno retornam à realidade, mas são teorias e modelos da física e não o próprio fenômeno. Elas serão tanto mais aceitas quanto mais e melhores explicações proporcionarem acerca da natureza ou de aparatos tecnológicos.

A discussão anterior mostra que o conhecimento científico se origina de problemas bem formulados, mas o aluno chega à escola com conhecimentos empíricos, chamados comumente de *senso comum* e originados da sua inte-

ração com o cotidiano e com os outros. Na contextualização dos saberes escolares, busca-se problematizar essa relação entre o que se pretende ensinar e as explicações e concepções que o aluno já tem, pois a natureza faz parte tanto do mundo cotidiano como do mundo científico. Todavia, os conhecimentos do aluno são freqüentemente inconsistentes e limitados a situações particulares. Assim, não se pretende com a contextualização partir do que o aluno já sabe e chegar ao conhecimento científico, pois esse não é apenas polimento do senso comum. O que se pretende é partir da reflexão crítica ao senso comum e proporcionar alternativas para que o aluno sinta a necessidade de buscar e compreender esse novo conhecimento.

Os conhecimentos prévios dos alunos, e a exploração de suas contradições e limitações pelo professor, exigem que este elabore situações e problemas que o aluno não faria sozinho e que tenham o potencial de levar à aquisição de um conhecimento que o educando ainda não possui, mas que passará a ter significância dentro dos esquemas conceituais do aluno. Ao mesmo tempo em que os conhecimentos prévios dos alunos são problematizados, deve-se fazer a *contextualização histórica* dos problemas que originaram esse conhecimento científico e culminaram nas teorias e modelos que fazem parte do programa de conteúdos escolares a ser apreendido pelo aluno, ampliando a visão do seu mundo cotidiano.

A contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para a análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo. Essa é uma *competência crítico-analítica* e não se reduz à mera utilização pragmática do conhecimento científico.

Interdisciplinaridade

Essa competência crítico-analítica de representação da realidade não é disciplinar, não se insere em uma única disciplina, já que seu objeto de investigação é mais complexo. Surge, então, a necessidade de se pensar sob uma perspectiva *interdisciplinar*.

A interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição às disciplinas escolares. Sabe-se que cada disciplina científica possui enfoques particulares, recortes dessa natureza que conduzem a uma organização de saberes padronizados passíveis de serem comunicados. A interdisciplinaridade não é a busca de uma unificação desses saberes, pois admitir isso seria negar aspectos históricos e epistemológicos da construção desse conhecimento e negar as características específicas, com objetos de estudo bem definidos, como a Física, a Química e a Biologia.

Não basta uma justaposição de várias disciplinas para atingir a competência crítico-analítica mencionada. Trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e as potencialidades de cada área do conhecimento. O quanto será ultrapassado do limite de cada disciplina dependerá do projeto inicialmente elaborado. O objeto de estudo é o mesmo, mas levará a um novo saber, que não é necessariamente da Física, da Química ou da Biologia, mas um saber mais amplo sobre aquela situação, aquele fenômeno. Essa interpretação da interdisciplinaridade pertence ao campo epistemológico, pois é a própria complexidade do objeto que se pretende conhecer que exige ultrapassar fronteiras disciplinares.

O trabalho coletivo e a visão relacional da interdisciplinaridade estão mais próximos de aspectos metodológicos e pedagógicos. Em se tratando de um novo saber, não há necessariamente um convívio das diferentes visões, mas há um aprofundamento das suas relações e o entendimento do que se pretende conhecer mediante modificações teóricas e metodológicas.

A compreensão dos conceitos de interdisciplinaridade, competências e contextualização até aqui exposta é somente um ponto de partida, um convite à reflexão acerca do ensino das ciências no nível médio. Talvez seu verdadeiro significado seja colocar em evidência o fato de que simplificações exageradas acabam dificultando em vez de facilitar sua implementação em sala de aula.

1 A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Os Parâmetros Curriculares sugerem um conjunto de competências a serem alcançadas para a área das ciências. Todas estão relacionadas às três grandes competências de *representação e comunicação*; *investigação e compreensão*; e *contextualização sociocultural*. Mas será que somente a disciplina Física poderia assegurar a construção das competências que lhe são atribuídas? Não poderia, por exemplo, um bom ensino de Filosofia e de Matemática chegar a resultados semelhantes? É possível resumir essas questões em duas perguntas:

Por que ensinar Física? Para quem ensinar Física?

Quando o ensino é voltado à preparação para os exames vestibulares, é simples responder à primeira pergunta: *porque é cobrado no vestibular!* Outra possível resposta seria: *porque estamos imersos em um mundo cercado de aparatos tecnológicos*. Mas essa resposta também é limitada, uma vez que a Física atualmente ensinada na escola, via de regra, não daria condições para compreendermos as tecnologias. Seria então necessário *ensinar Física para entendermos as coisas que nos cercam?* Pode ser que sim, mas ainda seriam coisas e não problemas.

E quem se pretende formar com o ensino da Física? Partimos da premissa de que no ensino médio não se pretende formar físicos. O ensino dessa disciplina destina-se principalmente àqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como *cultura* e como possibilidade de *compreensão do mundo*.

Mas o que dizer ao professor que reclama do desinteresse de seus alunos em aprender Física? Pode-se apontar como uma das causas dessa situação a artificialidade dos problemas tratados pela Física escolar. Assim, propomos que o ensino de Física seja pensado a partir do processo: *situação – problema – modelo*, entendendo-se “situação” nesse caso como a referência de uma idéia física. Essa é uma característica da Física: fazer modelos da realidade para entendê-la; obter meios para encarar um problema. A compreensão dessa dinâmica constitui importante competência, dentro da competência maior de investigação, e está estreitamente relacionada ao que se falou anteriormente de contextualização e de interdisciplinaridade. A situação em estudo não está de antemão idealizada. Para investigá-la é preciso simplificá-la e prepará-la. Assim, a utilização do conhecimento físico na interpretação, no tratamento e na compreensão de fenômenos mais complexos deveria ser entendida também como “conteúdo” indispensável, pois ao mesmo tempo em que possibilita a aquisição de competências, demonstra a potencialidade e a necessidade de trabalhar conteúdos mais abstratos da Física, de modo que o conhecimento dos fenômenos da realidade passa necessariamente pela abstração.

Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo.

Projeto de ensino e projeto de aprendizagem

É importante reconhecer que os alunos têm a intenção de aprender, mas talvez não o que a escola lhes pretende ensinar atualmente. Ou seja, o *projeto de ensino* muitas vezes tem pouco a ver com o *projeto de aprendizagem*.

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas.

A Física também deve ser entendida como cultura, na medida em que a escola tem o dever de assegurar o acesso da população a uma parcela dos saberes produzidos. Não se trata, todavia, de abandonar os conteúdos ou partir para generalidades; os conteúdos devem ser explorados com rigor, mas devem passar por escolhas criteriosas e tratamento didático adequado, a fim de que não se resumam a amontoados de fórmulas e informações desarticuladas. Só a história não é suficiente, pois é necessário ir além do processo e compreendê-lo, para garantir a investigação. Longe de noções vazias e sem sentido, necessita-se ensinar “como as coisas funcionam”. É nessa perspectiva que entram os conteúdos específicos, inclusive o necessário uso dos cálculos.

Cabe lembrar aqui o papel fundamental da Matemática na construção do conhecimento físico e as práticas comuns da escola em relação às dificuldades dos alunos. Observa-se que em muitos casos se diz que o fracasso na aprendizagem da Física é atribuído à falta de conhecimento em Matemática. Essa visão é parcial, pois há dificuldades inerentes à própria Física que acabam maquiadas, como os conhecimentos prévios dos alunos, que são difíceis de serem trabalhados pelo professor. Além disso, se o aluno não dispõe de determinado instrumento matemático para compreender a Física, ele deverá ser ensinado. Esse problema deve ser resolvido pela escola com a colaboração dos professores das diversas disciplinas e jamais ser considerado como exclusivo da tarefa específica do ensino de Física.

... o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita.

Outro equívoco que reforça a falsa dissociação da Matemática na estruturação do conhecimento físico é a forma como se ensina. Na prática, é comum a resolução de problemas utilizando expressões matemáticas dos princípios físicos, sem argumentos que as relacionem aos fenômenos físicos e ao modelo utilizado. Isso se deve em parte ao fato já mencionado de que esses problemas são de tal modo idealizados que podem ser resolvidos com a mera aplicação de fórmulas, bastando ao aluno saber qual expressão usar e substituir os dados presentes no enunciado do problema. Essas práticas não asseguram a competência investigativa, visto que não promovem a reflexão e a construção do conhecimento. Ou seja, dessa forma ensina-se mal e aprende-se pior.

Perspectivas de ação

As Diretrizes Curriculares têm sido pouco discutidas na escola, e os PCN e os PCN+ sofreram por não apresentarem uma lista de conteúdos para as disciplinas

curriculares, o que certamente facilitaria a vida do professor, mas contrariaria a essência da proposta. Os professores “usuários” devem *compreender a proposta e suas características e apossar-se dela desenvolvendo um projeto pedagógico consistente com sua escola, suas realidades e suas possibilidades de implementação*.

Deve ficar bem claro para todos os professores que os PCN e os PCN+ não são um projeto de ensino preparado para ser diretamente aplicado em sala de aula, assim como tampouco o é este documento.

O que são os PCN e os PCN+ ?

1. São orientações educacionais que juntam os diversos aspectos de conteúdos, metodologia e epistemologia, e não são apenas alterações e/ou atualizações de conteúdos. Esses documentos esperam promover o debate permanente na escola e evidenciar a necessidade de uma *cultura de formação contínua dos profissionais envolvidos com a educação*.
2. São um incentivo à elaboração do projeto político-pedagógico da escola, desde que as orientações presentes nos documentos citados são de tal ordem que demandam a reorientação nas práticas educacionais exercidas nas escolas, não sendo, portanto, responsabilidade de um único professor isolado em sua disciplina. Certamente há ações que podem e devem ser praticadas em cada disciplina, mas é fundamental o professor se reconhecer como ator principal das mudanças que se supõem necessárias, participando ativamente e discutindo coletivamente os rumos que sua instituição pretende tomar.
3. Apresentam a possibilidade de uma parte diversificada do currículo, que pode ocupar até 25% da grade curricular total. Esse aspecto é de grande importância, pois a escola poderá inovar e se identificar com seu ambiente, e fazer com que seus alunos a reconheçam, identificando-se com ela.

Dificuldades

1. A não compreensão do que seria a parte diversificada tem levado a distorções dos seus objetivos. Verifica-se, por exemplo, que algumas escolas criaram disciplinas como “Física do Trânsito” ou outras nomenclaturas, mas que trabalham os conteúdos da cinemática, como seria feito na disciplina Física. Trata-se de um equívoco e do subaproveitamento de um novo espaço, que poderia ser utilizado com inovações curriculares e metodológicas, podendo contribuir substancialmente para a formação dos alunos.
2. Um problema apontado principalmente pelos professores é a carga horária insuficiente para sua disciplina. Atualmente, o número de horas/aulas de Física varia entre duas e três horas/aulas semanais. Ao mesmo tempo em

que se deveria debater a relevância em ampliar esse espaço, é com ele que as estratégias e as escolhas didáticas terão de ser feitas no cenário atual. Desse modo, escolhas bem-feitas de conteúdos significativos assumem um papel fundamental, pois fica claro que não será possível trabalhar com extensas listas de conteúdos.

Propostas nos PCN e os PCN+

Os PCN e os PCN+ sugerem um conjunto de temas e unidades temáticas para auxiliar as escolhas do professor.

No ensino da *mecânica*, por exemplo, os princípios de conservação dos movimentos e da energia são assuntos de grande relevância e merecem atenção principal. O estudo da *gravitação* é uma excelente oportunidade para discutir temas da astronomia em seus aspectos físicos, históricos e filosóficos. A *física térmica* pode ser estruturada a partir dos princípios da termodinâmica, associada às máquinas térmicas e a aspectos econômicos e sociais, no contexto da Revolução Industrial. O *eletromagnetismo* pode centrar-se nos circuitos elétricos, no estudo do campo elétrico e do campo magnético, com possibilidades de introdução aos conhecimentos básicos de eletrônica e sua relação com a tecnologia, assim como indutor de temas da Física do século XX. Esses são apenas alguns exemplos que já foram debatidos nos Parâmetros Curriculares.

Temas relevantes e atuais merecem atenção, como a *nanotecnologia*, além de outros de forte relação com aspectos sociais, como as contribuições da Física nas *questões ambientais*.

Material didático

Muitas tentativas de mudança nas práticas educacionais esbarram na falta de *material didático*. Historicamente a escola se apóia no livro didático, que nem sempre está presente na escola pública. Outros materiais didáticos para promover a melhoria do ensino são deficitários. Existem livros paradidáticos que seriam de grande ajuda na atualização e na revisão do trabalho do professor em sala de aula, além de outras fontes de informação, via revistas especializadas e Internet. Uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino. É necessário material para

Uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado ...

desenvolver práticas experimentais indispensáveis para a construção da competência investigativa. E o uso adequado dos produtos das novas tecnologias é imprescindível, quando se pensa num ensino de qualidade e eficiente para todos.

Os conteúdos e as práticas educativas

Há necessidade de que a escola reveja os conteúdos ensinados e suas respectivas práticas educativas. Os PCN+ trazem uma sugestão de temas estruturadores que articulam competências e conteúdos e apontam para novas práticas pedagógicas. Os temas sugeridos são:

- Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).
- Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).
- Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).
- Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).
- Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).
- Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Cada um desses temas e suas respectivas unidades temáticas é acompanhado de competências mais específicas, que apontam o objetivo da aprendizagem e servem de parâmetro para o professor avaliar suas práticas em sala de aula e verificar se está atingindo as competências almejadas. Desses temas estruturadores, é possível extrair conteúdos disciplinares significativos e com potencial contextualizador e interdisciplinar.

Um exemplo dos PCN+ em ação: Unidade temática 2 – Tema 5 – Matéria e Radiação.

A seguir apresenta-se uma possibilidade, entre outras, para desenvolver uma das unidades sugeridas pelos PCN+. A opção pelo tema justifica-se pelo fato de

ele ter grande potencial para a inserção da Física moderna e contemporânea no ensino médio, e por estar fortemente ligado às tecnologias atuais; além disso, porque há pouco material didático que trate dessa temática. Entretanto, como é possível observar, o grau de aprofundamento teórico e as relações com outras áreas do conhecimento ficam a critério das escolhas do professor. Para essa unidade, são previstas as seguintes competências específicas, conforme os PCN+:

Radiações e suas interações

identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização por meio das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia, etc.);
compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar, por exemplo, os fenômenos envolvidos em fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias;
avaliar os efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

A seguir, algumas considerações acerca da relação entre conteúdos e metodologias são ilustradas no Quadro 1, que exemplifica um conjunto de inter-relações possíveis para a unidade temática escolhida.

Embora a forma de apresentação sugira uma seqüência didática única a ser trilhada pelo professor, há um grande número de possíveis caminhos a serem seguidos, os quais dependem dos objetivos de ensino, das particularidades de cada escola e do projeto político-pedagógico vigente. Assim, a seleção, a priorização e a organização de um determinado caminho serão tarefas do professor, cujas metas estarão focalizadas numa proposta mais ampla: a autonomia crítica do sujeito, amparada nas especificidades do contexto de cada instituição de ensino.

A organização da unidade temática em 5 categorias (características da radiação, efeitos observados da interação, características da matéria, fenômenos que envolvem a interação da radiação com a matéria (IRM), social, cultural, tecnológico) obedece a uma mera separação com fins explicativos. Não representa uma ordem temporal de conteúdos a serem ensinados. Entretanto, essa separação pode ajudar a iluminar alguns fatores negligenciados na maneira tradicional de ensinar a radiação eletromagnética e suas interações.

Dentre as competências que devem ser sempre trabalhadas, os PCN apontam para aquelas mais ligadas ao caráter intrínseco do conhecimento físico, como reconhecimento de símbolos, reconhecimento de relações de causa e efeito, reconhecimento de modelos físicos microscópicos, entre outras. O professor poderá fazer escolhas de acordo com as outras competências a serem trabalhadas, ligadas aos aspectos contextuais selecionados. Por exemplo, poderá priorizar:

Conteúdos: deixará de desenvolver plenamente competências ligadas ao contexto sociocultural.

Autonomia crítica: aumenta quando o aprendizado se expande para fora de assuntos puramente científicos, como avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico, avaliar o papel do desenvolvimento tecnológico, compreender aparatos tecnológicos e seu impacto na vida social e assim por diante. Isso requer participação ativa e compreensão da complexidade do mundo em transformação.

Nova abordagem: não deve limitar-se a expor apenas as características das radiações próprias ao seu caráter ondulatório, por exemplo a propriedade de as ondas difratarem ao passar por um obstáculo, ou interferirem construtiva e destrutivamente, mas também características como absorção, refração e transmissão, que ampliam seu significado físico quando associadas à compreensão da estrutura da matéria.

Para se conduzir um ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas da realidade do aluno. O primeiro passo de um aprendizado contextu-

alizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial. Problemas do mundo real tendem a propiciar, freqüentemente, soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e motivadores que problemas

O primeiro passo de um aprendizado contextualizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial.

artificiais. É interessante, para os alunos, poderem trazer o mundo abstrato da Física para o mundo construído diariamente em suas experiências. Parece, entretanto, pouco razoável esperar algum interesse em compreender os conceitos físicos no universo particular desse domínio partindo do estudo de ondas eletromagnéticas e suas interações, da maneira usualmente apresentada nos livros

(e na maioria das classes de Física), que é pouco significativa para os alunos. A maioria dos adolescentes já deve ter se perguntado por que o céu é azul? Como as informações são transportadas pelas ondas de rádio? Por que as coisas possuem cores diferentes? Como se forma o arco-íris? Buscar respostas a essas perguntas contribui para o aprendizado em diversos aspectos. Ao trazer fenômenos do cotidiano dos alunos, o professor pode suscitar suas concepções de mundo sobre o assunto. Essas concepções, em geral construídas fora do espaço escolar, constituem verdadeiros obstáculos à instrução científica.

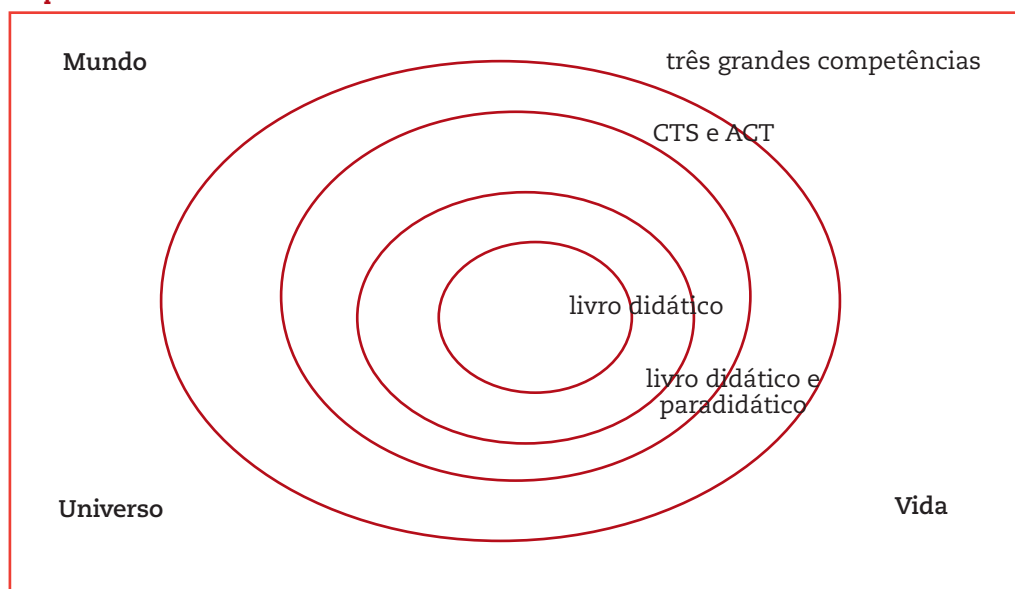
Enfim, a complexidade das relações e seu respectivo aprofundamento estão diretamente ligados à aquisição de novas competências. Esse exercício não encerra as possibilidades, mas demonstra algumas articulações para o desenvolvimento de determinadas competências sem perder o foco principal, que é ensinar Física e assegurar uma formação geral capaz de proporcionar ao aluno condições de participação ativa em seu mundo.

2 TRATAMENTO ESCOLAR DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA: ENFOQUES DE ESTRATÉGIAS PARA A AÇÃO DIDÁTICA

Das discussões precedentes fica claro que a forma como os conteúdos de Física são freqüentemente apresentados e trabalhados nas escolas limitam as possibilidades de o aluno alcançar competências mais amplas. O que se propõe aqui é a ampliação dos objetivos educacionais para além de competências estritas, ancoradas apenas em livros didáticos e exames vestibulares.

O Esquema 2, a seguir, sintetiza esse pensamento ao representar os vários níveis de compreensão do mundo, do universo, da vida. Propositadamente esses níveis não são concêntricos, pois em alguns casos há uma certa aproximação das suas fronteiras. A isso se associam as reflexões feitas anteriormente a respeito da excessiva artificialidade das situações tratadas na escola, as quais se localizariam no centro do esquema, enquanto outras abordagens poderiam se aproximar não apenas da realidade vivida pelos alunos, como também de seus projetos pessoais e coletivos.

Esquema 2



É importante lembrar que, ao mesmo tempo em que a ciência se opõe ao mito como explicação das coisas de ordem prática, na modernidade ela passou a desfrutar de uma crença quase divina, incluindo-se aqui a tecnologia. Isso pode levar a uma sociedade tecnocrática na qual são os parâmetros técnicos e científicos que definem as tomadas de decisões em prejuízo dos parâmetros humanos e sociais. Para se repensar esse cenário podem contribuir a introdução da História e a Filosofia da ciência, juntamente com o enfoque metodológico CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e a alfabetização científica e tecnológica (ACE).

O enfoque CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e a metodologia ACE (aprendizagem centrada em eventos)

Esse enfoque possibilita a discussão da relação entre os pólos que a sigla designa e a relevância de aspectos tecnocientíficos em acontecimentos sociais significativos. Envolve ainda reflexões no campo econômico e sua articulação com o desenvolvimento tecnológico e científico. É uma perspectiva baseada em argumentos

para a promoção da alfabetização científica entre a população em geral. Nesse enfoque existem várias estratégias de ensino possíveis, como palestras, pesquisa de campo, etc.

Outra possibilidade metodológica, dentro do enfoque CTS, seria a *aprendizagem centrada em eventos* (ACE), que utiliza os fatos de ampla veiculação na mídia e de importância sócio-econômica, explorando-os a partir da ciência e da tecnologia.

Exemplos:

1. Acidente na Base de Alcântara, no Maranhão. Trata-se de um evento potencialmente rico para se discutir a importância do programa espacial para o país, as perdas ocorridas, a privilegiada localização geográfica para essa atividade, etc. Em relação a conteúdos, poderiam ser explorados assuntos relacionados à gravitação.
2. Acidentes ambientais causados por vazamento de petróleo no litoral brasileiro.

Não se pretende com tal estratégia a exploração sensacionalista do evento escolhido; ao contrário, procura-se trabalhar com conhecimentos científicos e tecnológicos que possam contribuir para sua compreensão.

Do ponto de vista didático, isso se torna uma situação-problema e possibilita, ou exige, que o professor, ou os professores, elabore materiais didáticos de apoio pertinentes a sua realidade escolar.

O enfoque CTS pode contribuir para a construção de competências, tais como: atitudes críticas diante de acontecimentos sociais que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos, e tomada de decisões sobre temas relativos à ciência e à tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica.

A ACT visa a proporcionar ao aluno certa autonomia para negociar sobre assuntos da ciência e da tecnologia, e certo manejo do ambiente para saber fazer e poder fazer, e tem como alternativa metodológica, envolvendo aspectos pedagógicos e epistemológicos, a elaboração de “ilhas interdisciplinares de racionalidade”.³ Estas consistem em representações de determinadas situações precisamente localizadas que, com a utilização dos saberes de diversas disciplinas, procuram manter o mundo com sua complexidade e submetem o conhecimento teórico a projetos práticos, convidando o aluno a explorar seu mundo por meio da Física, e

³ FOUREZ, G. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

não apenas adentrar no mundo da Física. Esse processo deve contar com algumas etapas, que vão desde a elaboração de um panorama geral da situação ou projeto, à consulta a especialistas ou a especialidades envolvidas, o aprofundamento de alguns conceitos ou temas centrais e a esquematização da tecnologia envolvida, até a síntese da representação produzida. Por exemplo, os alunos podem ser solicitados a elaborar um folheto para sua comunidade com o propósito de ajudá-la a situar-se melhor diante do risco de câncer de pele decorrente da exposição à radiação solar. Essa situação envolve claramente um trabalho interdisciplinar e o exercício da tomada de decisões, desenvolvendo assim a autonomia crítica.

3 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

O uso da *história da ciência* para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana.

Esse enfoque está em consonância com o desenvolvimento da competência geral de contextualização sociocultural, pois permite, por exemplo, compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.

Pode-se pensar também na importância de se compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia nos mais diversos campos e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades, como no caso da evolução dos meios de comunicação, a partir da compreensão das características das ondas eletromagnéticas, do telégrafo ao celular via satélite.

Já a *filosofia da ciência* tem maior importância, para o professor, na construção de sua concepção de ciência, com reflexos na hora de abordá-la em sala de aula.

Para fechar este breve diálogo, vale lembrar que outros fatores não menos importantes estão em jogo para que a escola se modernize, com estrutura física adequada, materiais didáticos de qualidade para professores e alunos, programas curriculares compatíveis com a carga horária atual, entre outros aspectos.

O uso da *história da ciência* para enriquecer o ensino de Física (...) possibilita a visão da ciência como uma construção humana.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. São Paulo: Papirus, 1995; e
CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**.
Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de
la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos
Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das Ciên-
cias**. Florianópolis, 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnologia).
249 p. – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. UFSC.

SITES

Os *sites* referidos a seguir oferecem algumas fontes gerais de consulta.

Sociedade Brasileira de Física – SBF

<http://www.sbfisica.org.br/>

Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – Abrapec

<http://www.fc.unesp.br/abrapec/>

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC

<http://www.sbpnet.org.br/sbpc.html>

Revista Ciência e Educação

<http://www.fc.unesp.br/pos/revista/>

Revista Investigações em Ensino de Ciências

<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

Revista Caderno Brasileiro de Ensino da Física

<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/>

Revista Brasileira de Ensino de Física

<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>

Revista Física na Escola

<http://www.sbfisica.org.br/fne/>

Leituras de Física – GREF do aluno

<http://www.if.usp.br/gref/>

CONHECIMENTOS DE MATEMÁTICA

Consultores

Celi Aparecida Espasandin Lopes

Marcelo Câmara dos Santos

Maria Alice Gravina

Paulo Cezar Pinto de Carvalho

Leitores Críticos

Alípio dos Santos Neto

Ana Lúcia Nogueira Junqueira

Elisabete Zargo Búrigo

Glaucia Helena Sarmento Malta

Iole de Freitas Druck

Maria Zoirade Soares

Paulo Figueiredo Lima

INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), o ensino médio tem como finalidades centrais não apenas a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos durante o nível fundamental, no intuito de garantir a continuidade de estudos, mas também a preparação para o trabalho e para o exercício da cidadania, a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e a compreensão dos processos produtivos.

Nessa definição de propósitos, percebe-se que a escola de hoje não pode mais ficar restrita ao ensino disciplinar de natureza enciclopédica. De acordo com as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, deve-se considerar um amplo espectro de competências e habilidades a serem desenvolvidas no conjunto das disciplinas. O trabalho disciplinar pode e deve contribuir para esse desenvolvimento. Conforme destacam os PCNEM (2002) e os PCN+ (2002), o ensino da Matemática pode contribuir para que os alunos desenvolvam habilidades relacionadas à representação, compreensão, comunicação, investigação e, também, à contextualização sociocultural.

Visando à contribuição ao debate sobre as orientações curriculares, este documento trata de três aspectos: a escolha de conteúdos; a forma de trabalhar os conteúdos; o projeto pedagógico e a organização curricular.

Para a escolha de conteúdos, é importante que se levem em consideração os diferentes propósitos da formação matemática na educação básica. Ao final do ensino médio, espera-se que os alunos saibam usar a Matemática para resolver problemas práticos do cotidiano; para modelar fenômenos em outras áreas do conhecimento; compreendam que a Matemática é uma ciência com características próprias, que se organiza via teoremas e demonstrações; percebam a Matemática como um conhecimento social e historicamente construído; saibam apreciar a importância da Matemática no desenvolvimento científico e tecnológico.

A forma de trabalhar os conteúdos deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso signifi-

ca colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra-exemplos, generalizar situações, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. Também significa um processo de ensino que valorize tanto a apresentação de propriedades matemáticas acompanhadas de explicação quanto a de fórmulas acompanhadas de dedução, e que valorize o uso da Matemática para a resolução de problemas interessantes, quer sejam de aplicação ou de natureza simplesmente teórica.

1 QUESTÕES DE CONTEÚDO

No que se segue, partimos do princípio de que toda situação de ensino e aprendizagem deve agregar o desenvolvimento de habilidades que caracterizem o “pensar matematicamente”. Nesse sentido, é preciso dar prioridade à qualidade do processo e não à quantidade de conteúdos a serem trabalhados. A escolha de conteúdos deve ser cuidadosa e criteriosa, propiciando ao aluno um “fazer matemático” por meio de um processo investigativo que o auxilie na apropriação de conhecimento.

Neste documento, os conteúdos básicos estão organizados em quatro blocos: *Números e operações; Funções; Geometria; Análise de dados e probabilidade*. Isso não significa que os conteúdos desses blocos devam ser trabalhados de forma estanque, mas, ao contrário, deve-se buscar constantemente a articulação entre eles.

Algumas vezes, de forma intencional, são retomados assuntos já tratados no ensino fundamental – é o momento de consolidar certos conceitos e idéias da matemática escolar que dependem de explicações cuja compreensão exige uma maior maturidade. Sugestões quanto à forma de trabalhar os conteúdos acompanham o detalhamento sempre que possível, destacando-se o valor formativo agregado e descartando-se as exigências de memorização, as apresentações de “regras” desprovidas de explicações, a resolução de exercícios repetitivos de “fixação” ou a aplicação direta de fórmulas.

No trabalho com *Números e operações* deve-se proporcionar aos alunos uma diversidade de situações, de forma a capacitá-los a resolver problemas do cotidiano, tais como: operar com números inteiros e decimais finitos; operar com frações, em especial com porcentagens; fazer cálculo mental e saber estimar ordem de grandezas de números; usar calculadora e números em notação científica; resolver problemas de proporcionalidade direta e inversa; interpretar gráficos, tabelas e dados numéricos veiculados nas diferentes mídias; ler faturas de contas de consumo de água, luz e telefone; interpretar informação dada em artefatos

tecnológicos (termômetro, relógio, velocímetro). Por exemplo, o trabalho com esse bloco de conteúdos deve tornar o aluno, ao final do ensino médio, capaz de decidir sobre as vantagens/desvantagens de uma compra à vista ou a prazo; avaliar o custo de um produto em função da quantidade; conferir se estão corretas informações em embalagens de produtos quanto ao volume; calcular impostos e contribuições previdenciárias; avaliar modalidades de juros bancários.

Também é preciso proporcionar aos alunos uma diversidade de problemas geradores da necessidade de ampliação dos campos numéricos e suas operações, dos números naturais para contar aos números reais para medir. Os números irracionais devem ser entendidos como uma necessidade matemática que resolve a relação de medidas entre dois segmentos incomensuráveis, sendo apropriado tomar o caso dos segmentos lado e diagonal de um quadrado como ponto de partida. Alguns números irracionais devem ser colocados em destaque: as raízes quadradas de números naturais que não são quadrados perfeitos e o número π , por exemplo. É pertinente, nesse nível de escolaridade, caracterizar os números racionais/irracionais por meio de suas expansões decimais e localizar alguns desses números na reta numérica.

... é preciso dar prioridade
à qualidade do processo
e não à quantidade
de conteúdos a serem
trabalhados.

As propriedades relativas às operações com números reais devem ser trabalhadas de modo que permitam ao aluno a compreensão das estruturas dos algoritmos, prevenindo recorrentes erros na resolução de problemas que envolvam manipulações algébricas. Por exemplo, os alunos devem entender o que acontece com uma desigualdade quando ambos os lados são multiplicados por um mesmo número negativo, ou por que o quadrado de um número nem sempre é maior que o próprio número, ou como resolver inequações que envolvam quocientes. É recomendável que o professor retome, nesse momento, as “regras de sinais” para multiplicação de números inteiros acompanhadas de justificativas; as definições de multiplicação e divisão de frações; as explicações que fundamentam os algoritmos da multiplicação e da divisão de números inteiros e decimais. Mesmo que as operações e os algoritmos já tenham sido estudados no ensino fundamental, é importante retomar esses pontos, aproveitando a maior maturidade dos alunos para entender os pontos delicados dos argumentos que explicam essas operações e algoritmos.

Os números complexos devem ser apresentados como uma histórica necessidade de ampliação do conjunto de soluções de uma equação, tomando-se, para isso, uma equação bem simples, a saber, $x^2 + 1 = 0$.

O estudo de *Funções* pode ser iniciado com uma exploração qualitativa das relações entre duas grandezas em diferentes situações: idade e altura; área do círculo e raio; tempo e distância percorrida; tempo e crescimento populacional; tempo e amplitude de movimento de um pêndulo, entre outras. Também é interessante provocar os alunos para que apresentem outras tantas relações funcionais e que, de início, esbocem qualitativamente os gráficos que representam

O estudo de *Funções* pode ser iniciado com uma exploração qualitativa das relações entre duas grandezas em diferentes situações: idade e altura

essas relações, registrando os tipos de crescimento e decrescimento (mais ou menos rápido). É conveniente solicitar aos alunos que expressem em palavras uma função dada de forma algébrica, por exemplo, $f(x) = 2x + 3$, como a função que associa a um dado valor real o seu dobro, acrescido de três unidades; isso pode facilitar a identificação, por parte do aluno, da idéia de função em outras

situações, como, por exemplo, no estudo da cinemática, em Física. É importante destacar o significado da representação gráfica das funções, quando alteramos seus parâmetros, ou seja, identificar os movimentos realizados pelo gráfico de uma função quando alteramos seus coeficientes.

O estudo de *Funções* pode prosseguir com os diferentes modelos que devem ser objeto de estudo na escola – modelos linear, quadrático e exponencial. O modelo periódico será discutido no tópico referente às funções trigonométricas, mais adiante. É recomendável que o aluno seja apresentado a diferentes modelos, tomados em diferentes áreas do conhecimento (queda livre de um corpo, movimento uniforme e uniformemente acelerado, crescimento de uma colônia de bactérias, quantidade de medicamento na corrente sanguínea, rendimentos financeiros, consumo doméstico de energia elétrica, etc.). Sempre que possível, os gráficos das funções devem ser traçados a partir de um entendimento global da relação de crescimento/decrescimento entre as variáveis. A elaboração de um gráfico por meio da simples transcrição de dados tomados em uma tabela numérica não permite avançar na compreensão do comportamento das funções.

As idéias de crescimento, modelo linear ($f(x) = a \cdot x$) e proporcionalidade direta devem ser colocadas em estreita relação, evidenciando-se que a proporcionalidade direta é um particular e importante modelo de crescimento. Nesse momento, também é interessante discutir o modelo de decrescimento com proporcionalidade inversa ($f(x) = a/x$). O professor deve estar atento ao fato de que os alunos identificam sistematicamente, de forma equivocada, crescimento

com proporcionalidade direta e decrescimento com proporcionalidade inversa, e aqui é interessante trazer situações do cotidiano para ilustrar diferentes tipos de crescimento/decrescimento de grandezas em relação. Situações em que se faz necessária a função afim ($f(x) = a.x + b$) também devem ser trabalhadas.

O estudo da função quadrática pode ser motivado via problemas de aplicação, em que é preciso encontrar um certo ponto de máximo (clássicos problemas de determinação de área máxima). O estudo dessa função – posição do gráfico, coordenadas do ponto de máximo/mínimo, zeros da função – deve ser realizado de forma que o aluno consiga estabelecer as relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando-se a memorização de regras. O trabalho com a forma fatorada ($f(x) = a.(x - m)^2 + n$) pode ser um auxiliar importante nessa compreensão. Nesse estudo, também é pertinente deduzir a fórmula que calcula os zeros da função quadrática (a fórmula de Baskara) e a identificação do gráfico da função quadrática com a curva parábola, entendida esta como o lugar geométrico dos pontos do plano que são eqüidistantes de um ponto fixo (o foco) e de uma reta (a diretriz).

No que se refere ao estudo das funções trigonométricas, destaca-se um trabalho com a trigonometria, o qual deve anteceder a abordagem das funções seno, co-seno e tangente, priorizando as relações métricas no triângulo retângulo e as leis do seno e do co-seno como ferramentas essenciais a serem adquiridas pelos alunos no ensino médio. Na introdução das razões trigonométricas seno e co-seno, inicialmente para ângulos com medida entre 0° e 90° , deve-se ressaltar que são as propriedades de semelhança de triângulos que dão sentido a essas definições; segue-se, então, com a definição das razões para ângulos de medida entre 90° e 180° . A partir das definições e de propriedades básicas de triângulos, devem ser justificados os valores de seno e co-seno relativos aos ângulos de medida 30° , 45° e 60° .

... é recomendável
o estudo da razão
trigonométrica tangente
pela sua importância na
resolução de diversos
tipos de problemas.

A apresentação das leis dos senos e dos co-senos pode ser motivada com questões relativas à determinação das medidas de elementos de um triângulo. Por exemplo: conhecendo-se a medida de dois lados de um triângulo e a medida do ângulo formado por esses lados, sabe-se que esse triângulo é único e, portanto, é possível calcular a medida dos demais elementos do triângulo. Também é recomendável o estudo da razão trigonométrica tangente pela sua importância

na resolução de diversos tipos de problemas. Problemas de cálculos de distâncias inacessíveis são interessantes aplicações da trigonometria, e esse é um assunto que merece ser priorizado na escola. Por exemplo, como calcular a largura de um rio? Que referências (árvore, pedra) são necessárias para que se possa fazer esse cálculo em diferentes condições – com régua e transferidor ou com calculadora?

Alguns tópicos usualmente presentes no estudo da trigonometria podem ser dispensados, como, por exemplo, as outras três razões trigonométricas, as fórmulas para $\sin(a+b)$ e $\cos(a+b)$, que tanto exigem dos alunos para serem memorizadas.

É preciso atenção à transição do seno e do co-seno no triângulo retângulo (em que a medida do ângulo é dada em graus), para o seno e o co-seno, definidos como as coordenadas de um ponto que percorre um arco do círculo de raio unitário com medida em radianos. As funções trigonométricas devem ser entendidas como extensões das razões trigonométricas então definidas para ângulos com medida entre 0° e 180° . Os alunos devem ter a oportunidade de traçar gráficos referentes às funções trigonométricas, aqui se entendendo que, quando se escreve $f(x) = \sin(x)$, usualmente a variável x corresponde à medida de arco de círculo tomada em radianos. As funções trigonométricas seno e co-seno também devem ser associadas aos fenômenos que apresentam comportamento periódico. O estudo das demais funções trigonométricas pode e deve ser colocado em segundo plano.

As funções polinomiais (para além das funções afim e quadrática), ainda que de forma bastante sucinta, podem estar presentes no estudo de funções. Funções do tipo $f(x) = x^n$ podem ter gráficos esboçados por meio de uma análise qualitativa da posição do ponto (x, x^n) em relação à reta $y = x$, para isso comparando-se x e x^n nos casos $0 < x < 1$ ou $x > 1$ e usando-se simetria em relação ao eixo x ou em relação à origem para completar o gráfico. Funções polinomiais mais gerais de grau superior a 2 podem ilustrar as dificuldades que se apresentam nos traçados de gráficos, quando não se conhecem os “zeros” da função. Casos em que a função polinomial se decompõe em um produto de funções polinomiais de grau 1 merecem ser trabalhados. Esses casos evidenciam a propriedade notável de que, uma vez se tendo identificado que o número c é um dos zeros da função polinomial $y = P(x)$, esta pode ser expressa como o produto do fator $(x - c)$ por outro polinômio de grau menor, por meio da divisão de P por $(x - c)$.

É pertinente discutir o alcance do modelo linear na descrição de fenômenos de crescimento, para então introduzir o modelo de crescimento/decrescimento exponencial ($f(x) = a^x$). É interessante discutirem as características desses dois

modelos, pois enquanto o primeiro garante um crescimento à taxa constante, o segundo apresenta uma taxa de variação que depende do valor da função em cada instante. Situações reais de crescimento populacional podem bem ilustrar o modelo exponencial. Dentre as aplicações da Matemática, tem-se o interessante tópico de Matemática Financeira como um assunto a ser tratado quando do estudo da função exponencial – juros e correção monetária fazem uso desse modelo. Nos problemas de aplicação em geral, é

O estudo da *Geometria* deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano

preciso resolver uma equação exponencial, e isso pede o uso da função inversa – a função logaritmo. O trabalho de resolver equações exponenciais é pertinente quando associado a algum problema de aplicação em outras áreas de conhecimento, como Química, Biologia, Matemática Financeira, etc. Procedimentos de resolução de equações sem que haja um propósito maior devem ser evitados. Não se recomenda neste nível de ensino um estudo exaustivo dos logaritmos.

As progressões aritmética e geométrica podem ser definidas como, respectivamente, funções afim e exponencial, em que o domínio é o conjunto dos números naturais. Não devem ser tratadas como um tópico independente, em que o aluno não as reconhece como funções já estudadas. Devem-se evitar as exaustivas coletâneas de cálculos que fazem simples uso de fórmulas (“determine a soma...”, “calcule o quinto termo...”).

O estudo da *Geometria* deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano, como, por exemplo, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias percorridas, reconhecer propriedades de formas geométricas básicas, saber usar diferentes unidades de medida. Também é um estudo em que os alunos podem ter uma oportunidade especial, com certeza não a única, de apreciar a faceta da Matemática que trata de teoremas e argumentações dedutivas. Esse estudo apresenta dois aspectos – a geometria que leva à trigonometria e a geometria para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes.

O trabalho de representar as diferentes figuras planas e espaciais, presentes na natureza ou imaginadas, deve ser aprofundado e sistematizado nesta etapa de escolarização. Alguns conceitos estudados no ensino fundamental devem ser consolidados, como, por exemplo, as idéias de congruência, semelhança e pro-

porcionalidade, o Teorema de Tales e suas aplicações, as relações métricas e trigonométricas nos triângulos (retângulos e quaisquer) e o Teorema de Pitágoras.

Durante o ensino médio, o trabalho do aluno em outras disciplinas, como a Física e a Química, por exemplo, pode servir como motivação para a consolidação da idéia de grandezas, particularmente aquelas formadas por relações entre outras grandezas (densidade, aceleração, etc.).

Em relação às grandezas geométricas, as atividades propostas deverão proporcionar a consolidação dos conceitos aprendidos nas etapas anteriores, como área, perímetro e volumes. Nessa fase, o aluno já apresenta as condições necessárias para a compreensão de certas demonstrações que resultem em algumas fórmulas, por exemplo, a área do círculo.

Quanto ao trabalho com comprimentos, áreas e volumes, considera-se importante que o aluno consiga perceber os processos que levam ao estabelecimento das fórmulas, evitando-se a sua simples apresentação. Um conteúdo a ser trabalhado com cuidado são as fórmulas de comprimento e de área do círculo: se π representa a razão constante entre comprimento e diâmetro do círculo, deve-se explicar como esse número π aparece na fórmula da área do círculo; ou se π é introduzido via a área do círculo, deve-se explicar como aparece na expressão de seu comprimento. O Princípio de Cavalieri deve ser tomado como ponto de partida para o estudo de volumes de sólidos (cilindro, prisma, pirâmide, cone e esfera), permitindo ao aluno compreender o significado das fórmulas.

A geometria analítica tem origem em uma idéia muito simples, introduzida por Descartes no século XVII ...

No trabalho com as áreas das superfícies de sólidos, é importante recuperar os procedimentos para determinar a medida da área de alguns polígonos, facilitando a compreensão das áreas das superfícies de prismas e pirâmides. As expressões que permitem determinar a medida da área das superfícies do cilindro e do cone podem ser estabelecidas facilmente a partir de suas planificações.

A geometria analítica tem origem em uma idéia muito simples, introduzida por Descartes no século XVII, mas extremamente original: a criação de um sistema de coordenadas que identifica um ponto P do plano com um par de números reais (x, y). Partindo-se disso, podemos caracterizá-la como: a) o estudo das propriedades geométricas de uma figura com base em uma equação (nesse caso, são as figuras geométricas que estão sob o olhar da álgebra); b) o estudo dos pares ordenados de números (x, y) que são soluções de uma equação, por meio

das propriedades de uma figura geométrica (nesse caso, é a álgebra que está sob o olhar da geometria). Esses dois aspectos merecem ser trabalhados na escola.

O trabalho com a geometria analítica permite a articulação entre geometria e álgebra. Para que essa articulação seja significativa para o aluno, o professor deve trabalhar as duas vias: o entendimento de figuras geométricas, via equações, e o entendimento de equações, via figuras geométricas. A simples apresentação de equações sem explicações fundadas em raciocínios lógicos deve ser abandonada pelo professor. Memorizações excessivas devem ser evitadas; não vale a pena o aluno memorizar a fórmula da distância de um ponto a uma reta, já que esse cálculo, quando necessário, pode ser feito com conhecimento básico de geometria analítica (retas perpendiculares e distância entre dois pontos).

Uma vez definido o sistema de coordenadas cartesiano, é importante trabalhar com os alunos o significado de uma equação. Por exemplo: fazê-los entender que a equação $x = 3$ corresponde a uma reta paralela ao eixo y ou que qualquer ponto que tenha segunda coordenada negativa não pode estar na curva $y = x^2$. O entendimento do significado de uma equação e de seu conjunto de soluções não é imediato, e isso é natural, pois esse significado não é explícito quando simplesmente se escreve uma equação.

Entendido o significado de uma equação, deve-se iniciar o estudo das equações da reta e do círculo. Essas equações devem ser deduzidas, e não simplesmente apresentadas aos alunos, para que, então, se tornem significativas, em especial quanto ao sentido geométrico de seus parâmetros. As relações entre os coeficientes de pares de retas paralelas ou coeficientes de pares de retas perpendiculares devem ser construídas pelos alunos. Posições relativas de retas e círculos devem ser interpretadas sob o ponto de vista algébrico, o que significa discutir a resolução de sistemas de equações. Aqui estamos tratando do entendimento de formas geométricas via álgebra.

É desejável, também, que o professor de Matemática aborde com seus alunos o conceito de vetor, tanto do ponto de vista geométrico (coleção dos segmentos orientados de mesmo comprimento, direção e sentido) quanto algébrico (caracterizado pelas suas coordenadas). Em particular, é importante relacionar as operações executadas com as coordenadas (soma, multiplicação por escalar) com seu significado geométrico. A inclusão da noção de vetor nos temas abordados nas aulas de Matemática viria a corrigir a distorção causada pelo fato de que é um tópico matemático importante, mas que está presente no ensino médio somente nas aulas de Física.

No estudo de sistemas de equações, além de trabalhar a técnica de resolução de sistemas, é recomendável colocar a álgebra sob o olhar da geometria. A reso-

lução de um sistema 2×2 de duas equações e duas variáveis pode ser associada ao estudo da posição relativa de duas retas no plano. Com operações elementares simples, pode-se determinar a existência ou não de soluções desse sistema, o que significa geometricamente os casos de intersecção/coincidência de retas ou paralelismo de retas. A resolução de sistemas 2×3 ou 3×3 também deve ser feita via operações elementares (o processo de escalonamento), com discussão das diferentes situações (sistemas com uma única solução, com infinitas soluções e sem solução). Quanto à resolução de sistemas de equação 3×3 , a regra de Cramer deve ser abandonada, pois é um procedimento custoso (no geral, apresentado sem demonstração, e, portanto de pouco significado para o aluno), que só permite resolver os sistemas quadrados com solução única. Dessa forma, fica também dispensado o estudo de determinantes.

Os conteúdos do bloco *Análise de dados e probabilidade* têm sido recomendados para todos os níveis da educação básica, em especial para o ensino médio. Uma das razões desse ponto de vista reside na importância das idéias de incerteza e de probabilidade, associadas aos chamados fenômenos aleatórios, presentes de forma essencial nos mundos natural e social. O estudo desse bloco de conteúdo possibilita aos alunos ampliarem e formalizarem seus conhecimentos sobre o raciocínio combinatório, probabilístico e estatístico. Para dar aos alunos uma visão apropriada da importância dos modelos probabilísticos no mundo de hoje, é importante que os alunos tenham oportunidade de ver esses modelos em ação. Por exemplo, é possível simular o que ocorre em certa pesquisa de opinião estimando, com base em uma amostra, a fração de balas de determinada cor em uma caixa.

Durante o ensino médio, os alunos precisam adquirir entendimento sobre o propósito e a lógica das investigações estatísticas ...

O estudo da estatística viabiliza a aprendizagem da formulação de perguntas que podem ser respondidas com uma coleta de dados, organização e representação. Durante o ensino médio, os alunos devem aprimorar as habilidades adquiridas no ensino fundamental no que se refere à coleta, à organização e à representação de dados. Recomenda-se um trabalho com ênfase na construção e na representação de tabelas e gráficos mais elaborados, analisando sua conveniência e utilizando tecnologias, quando possível. Problemas estatísticos realísticos usualmente começam com uma questão e culminam com uma apresentação de resultados que se apóiam em inferências tomadas em uma população amostral.

Durante o ensino médio, os alunos precisam adquirir entendimento sobre o propósito e a lógica das investigações estatísticas, bem como sobre o processo de investigação. Deve-se possibilitar aos estudantes o entendimento intuitivo e formal das principais idéias matemáticas implícitas em representações estatísticas, procedimentos ou conceitos. Isso inclui entender a relação entre síntese estatística, representação gráfica e dados primitivos. Por exemplo, os estudantes precisam ser capazes de explicar como o ponto médio é influenciado por valores extremos num intervalo de dados, e o que acontece com o ponto médio e a mediana em relação a esses valores.

Vale destacar a necessidade de se intensificar a compreensão sobre as medidas de posição (média, moda e mediana) e as medidas de dispersão (desvio médio, variância e desvio padrão), abordadas de forma mais intuitiva no ensino fundamental.

Os alunos devem exercitar a crítica na discussão de resultados de investigações estatísticas ou na avaliação de argumentos probabilísticos que se dizem baseados em alguma informação. A construção de argumentos racionais baseadas em informações e observações, veiculando resultados convincentes, exige o apropriado uso de terminologia estatística e probabilística. É também com a aquisição de conhecimento em estatística que os alunos se capacitam para questionar a validade das interpretações de dados e das representações gráficas, veiculadas em diferentes mídias, ou para questionar as generalizações feitas com base em um único estudo ou em uma pequena amostra.

O estudo da combinatória e da probabilidade é essencial nesse bloco de conteúdo, pois os alunos precisam adquirir conhecimentos sobre o levantamento de possibilidades e a medida da chance de cada uma delas. A combinatória não tem apenas a função de auxiliar o cálculo das probabilidades, mas tem inter-relação estreita entre as idéias de experimento composto a partir de um espaço amostral discreto e as operações combinatórias. Por exemplo, ao extrair aleatoriamente três bolas de uma urna com quatro possibilidades, esse experimento aleatório tem três fases, que podem ser interpretadas significativamente no espaço amostral das variações.

A utilização do diagrama de árvores é importante para clarear a conexão entre os experimentos compostos e a combinatória, pois permite que visualizemos a estrutura dos múltiplos passos do experimento.

Ao estudar probabilidade e chance, os alunos precisam entender conceitos e palavras relacionadas à chance, incerteza e probabilidade, que aparecem na nossa vida diariamente, particularmente na mídia. Outras idéias importantes incluem a compreensão de que a probabilidade é uma medida de incerteza, que os mo-

delos são úteis para simular eventos, para estimar probabilidades, e que algumas vezes nossas intuições são incorretas e podem nos levar a uma conclusão equivocada no que se refere à probabilidade e à chance.

Nas situações e nas experiências aleatórias, os estudantes precisam aprender a descrevê-las em termos de eventualidades, associá-las a um conjunto de eventos elementares e representá-las de forma esquemática. Os alunos necessitam também dominar a linguagem de eventos, levantar hipóteses de equiprobabilidade, associar a estatística dos resultados observados e as frequências dos eventos correspondentes, e utilizar a estatística de tais frequências para estimar a probabilidade de um evento dado.

2 QUESTÕES DE METODOLOGIA

Falar de ensino e aprendizagem implica a compreensão de certas relações entre alguém que ensina, alguém que aprende e algo que é o objeto de estudo – no caso, o saber matemático. Nessa tríade, professor-aluno-saber, tem-se presente a subjetividade do professor e dos alunos, que em parte é condicionadora do processo de ensino e aprendizagem.

Para o entendimento da complexidade que permeia uma situação didática¹, iniciamos falando, de forma resumida, de duas destacadas concepções sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática e prosseguimos com a introdução de alguns conceitos, tais como contrato didático, contrato pedagógico, transposição didática, contextualização, que tratam de explicitar alguns dos fenômenos que fazem parte da situação didática.

Sobre o processo de ensino e aprendizagem, uma primeira corrente, historicamente a mais presente nas nossas salas de aula de Matemática, identifica ensino com transmissão de conhecimento, e aprendizagem com mera recepção de conteúdos. Nessa concepção, a aprendizagem é vista como um acúmulo de conhecimentos, e o ensino baseia-se essencialmente na “verbalização” do conhecimento por parte do professor. Se por um lado essa concepção teórica apresenta a vantagem de se atingir um grande número de alunos ao mesmo tempo, visto que a atividade estaria a cargo do professor, por outro lado demanda alunos bastante motivados e atentos à palavra do professor, o que não parece ser o caso para grande parte de nossos alunos, que estão imersos em uma sociedade que oferece uma gama de outras motivações.

¹ Uma situação didática pode ser compreendida como o estabelecimento de relações entre um professor, alunos e um certo objeto de conhecimento, em que aparece, de forma explícita, a intenção desse professor em fazer com que os alunos se apropriem daquele objeto de conhecimento.

Uma segunda corrente, ainda pouco explorada em nossos sistemas de ensino, transfere para o aluno, em grande parte, a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, na medida em que o coloca como ator principal desse processo. As idéias socioconstrutivistas da aprendizagem partem do princípio de que a aprendizagem se realiza pela construção dos conceitos pelo próprio aluno, quando ele é colocado em situação de resolução de problemas. Essa idéia tem como premissa que a aprendizagem se realiza quando o aluno, ao confrontar suas concepções, constrói os conceitos pretendidos pelo professor. Dessa forma, caberia a este o papel de mediador, ou seja, de elemento gerador de situações que propiciem esse confronto de concepções, cabendo ao aluno o papel de construtor de seu próprio conhecimento matemático.

... a aprendizagem
de um novo conceito
matemático dar-se-ia
pela apresentação de
uma situação-problema
ao aluno ...

A primeira concepção dá origem ao padrão de ensino “definição → exemplos → exercícios”, ou seja, a introdução de um novo conceito dar-se-ia pela sua apresentação direta, seguida de certo número de exemplos, que serviriam como padrão, e aos quais os alunos iriam se referir em momentos posteriores; a cadeia seria fechada com a apresentação de um grande número de exercícios, bastante conhecidos como “exercícios de fixação”.

Já na segunda concepção, tem-se o caminho inverso, ou seja, a aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma situação-problema ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem. Nesse caso, caberia ao aluno a construção do conhecimento matemático que permite resolver o problema, tendo o professor como um mediador e orientador do processo ensino-aprendizagem, responsável pela sistematização do novo conhecimento.

Essas concepções, de certa maneira, estão na base de diferentes metodologias que permeiam a sala de aula de matemática. Uma dessas metodologias é a de *contrato didático*. Antes de tudo, é preciso diferenciar *contrato didático* de *contrato pedagógico*.

O *contrato pedagógico* baseia-se essencialmente na relação professor-aluno, e suas “cláusulas” são, na sua maioria, explicitáveis. No geral, são negociadas entre o professor e os alunos, e se mantêm relativamente estáveis no tempo. Nesse contrato, fica determinado o papel de cada um dos elementos humanos da situação didática (professor e alunos); não existem articulações com o saber objeto de

ensino e aprendizagem. Por exemplo, o contrato pedagógico estabelece a forma de acompanhamento das atividades, a organização do espaço da classe, a distribuição do tempo em sala de aula, os momentos de trabalho em grupo, etc.

É em relação ao terceiro elemento da tríade – o saber matemático – que se tem o conceito de *contrato didático*. Esse contrato, que representa o “motor” para a aprendizagem de certo conceito matemático, tem suas “cláusulas” bastante implícitas. Elas se tornam explícitas somente quando ocorre o rompimento do contrato por uma das partes (professor ou alunos). Nesse contrato está a subjetividade e a expectativa dos componentes humanos, portanto ele precisa ser renegociado continuamente em função dos objetos matemáticos que estão em jogo no processo de aprendizagem.

A ruptura desses contratos de forma unilateral provoca efeitos diferentes. No caso do contrato pedagógico, aparecem mudanças e conflitos na relação estabelecida entre o professor e os alunos. No caso do contrato didático, a ruptura unilateral pode levar à criação de verdadeiros obstáculos à aprendizagem. Por exemplo: na passagem da aritmética à álgebra é preciso renegociar as “cláusulas”, pois agora a letra não é mais uma simples incógnita, mas passa a representar uma variável. Se no início da passagem da aritmética para a álgebra a letra representa um elemento desconhecido que se quer descobrir, aos poucos ela vai assumindo diferentes *status*, como, por exemplo, o de variável no trabalho com as funções, o de elemento genérico de determinado conjunto numérico, o de parâmetro no caso de identidades trigonométricas, etc. Um outro exemplo: na mudança de campos numéricos, dos naturais para os reais, agora faz parte do contrato que “multiplicar não significa mais somente um aumento de valor numérico”.

No caso do contrato didático, a ruptura unilateral pode levar à criação de verdadeiros obstáculos à aprendizagem.

Ancorada nas concepções de aprendizagem, e fortemente articulada com o conceito de *contrato didático*, surge a idéia de *transposição didática*, que vem freqüentemente dividida em dois grandes momentos: a transposição didática externa e a transposição didática interna. A primeira toma como referência as transformações, as inclusões e as exclusões sofridas pelos objetos de conhecimento matemático, desde o momento de sua produção até o momento em que eles chegam à porta das escolas. Atuando, de certa forma, em uma esfera exterior à escola (mas sempre como resposta às suas demandas), o produto dessa transposição didática externa se

materializa, em sua maior parte, pelos livros didáticos e pelas orientações curriculares, como o presente documento.

A transposição didática interna apresenta-se, por sua própria natureza, no interior da escola e, mais particularmente, em cada uma de nossas salas de aula. É o momento em que cada professor vai transformar os conteúdos que lhe foram designados em conhecimentos a serem efetivamente ensinados. Nesse momento, as escolhas feitas pelo professor é que vão determinar, de certa maneira, a qualidade da aprendizagem dos alunos.

A discussão de conteúdos da seção anterior enfoca a transposição didática ao dar ênfase ao ensino-aprendizagem que valoriza o raciocínio matemático e ao desaconselhar a simples aplicação de regras e fórmulas à lista repetitiva de exercícios, freqüentemente presente em boa parte dos livros didáticos.

O conceito de *transposição didática* também aparece intimamente ligado à idéia de *contextualização*, e ajuda a compreender a dinâmica de produção e circulação dos saberes que chegarão à escola e entrarão em nossas salas de aula. É na dinâmica de contextualização/descontextualização que o aluno constrói conhecimento com significado, nisso se identificando com as situações que lhe são apresentadas, seja em seu contexto escolar, seja no exercício de sua plena cidadania. A contextualização não pode ser feita de maneira ingênua, visto que ela será fundamental para as aprendizagens a serem realizadas – o professor precisa antecipar os conteúdos que são objetos de aprendizagem. Em outras palavras, a contextualização aparece não como uma forma de “ilustrar” o enunciado de um problema, mas como uma maneira de dar sentido ao conhecimento matemático na escola.

A contextualização pode ser feita por meio da resolução de problemas, mas aqui é preciso estar atento aos problemas “fechados”, porque esses pouco incentivam o desenvolvimento de habilidades. Nesse tipo de problema, já de antemão o aluno identifica o conteúdo a ser utilizado, sem que haja maiores provocações quanto à construção de conhecimento e quanto à utilização de raciocínio matemático. O uso exclusivo desse tipo de problema consegue mascarar a efetiva aprendizagem, pois o aluno, ao antecipar o conteúdo que está sendo trabalhado, procede de forma um tanto mecânica na resolução do problema. Isso provoca a cristalização de certo contrato didático, que tem como uma das regras implícitas que o

... o quanto é importante,
para o exercício da
cidadania, a competência
de analisar um problema e
tomar as decisões ...

aluno não deve se preocupar com o enunciado do problema, basta operar com os números que estão presentes, sem que haja qualquer reflexão sobre o resultado final, mesmo que eventualmente absurdo. Vale aqui ressaltar o quanto é importante, para o exercício da cidadania, a competência de analisar um problema e tomar as decisões necessárias à sua resolução, competência que fica prejudicada quando se trabalha só com problemas “fechados”.

Com o desenvolvimento de novos paradigmas educacionais, especialmente daquele que toma a aprendizagem sob a concepção socioconstrutivista, e diante das limitações dos problemas “fechados”, surgem as propostas de “problema aberto” e de “situação-problema”. Apesar de apresentarem objetivos diferentes, esses dois tipos de problemas colocam o aluno, guardando-se as devidas proporções, em situação análoga àquela do matemático no exercício da profissão. O aluno deve, diante desses problemas, realizar tentativas, estabelecer hipóteses, testar essas hipóteses e validar seus resultados.

O problema do tipo “aberto” procura levar o aluno à aquisição de procedimentos para resolução de problemas. A prática em sala de aula desse tipo de problema acaba por transformar a própria relação entre o professor e os alunos e entre os alunos e o conhecimento matemático. O conhecimento passa a ser entendido como uma importante ferramenta para resolver problemas, e não mais como algo que deve ser memorizado para ser aplicado em momentos de “provas escritas”.

Enquanto o “problema aberto” visa a levar o aluno a certa postura em relação ao conhecimento matemático, a situação-problema apresenta um objetivo distinto, porque leva o aluno à construção de um novo conhecimento matemático. De maneira bastante sintética, podemos caracterizar uma situação-problema como uma situação geradora de um problema cujo conceito, necessário à sua resolução, é aquele que queremos que o aluno construa.

Se por um lado a idéia de situação-problema pode parecer paradoxal, *pois como o aluno pode resolver um problema se ele não aprendeu o conteúdo necessário à sua resolução?*, por outro lado, a história da construção do conhecimento matemático mostra-nos que esse mesmo conhecimento foi construído a partir de problemas a serem resolvidos.

Em anos recentes, os estudos em educação matemática também têm posto em evidência, como um caminho para se trabalhar a Matemática na escola, a idéia de *modelagem matemática*, que pode ser entendida como a habilidade de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

A modelagem matemática, percebida como estratégia de ensino, apresenta fortes conexões com a idéia de resolução de problemas apresentada anterior-

mente. Ante uma situação-problema ligada ao “mundo real”, com sua inerente complexidade, o aluno precisa mobilizar um leque variado de competências: selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar,

Articulada com a
idéia de modelagem
matemática, tem-
se a alternativa de
trabalho com *projetos*.

ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas vezes, requer um trabalho de simplificação quando o modelo originalmente pensado é matematicamente muito complexo; validar,

isto é, confrontar as conclusões teóricas com os dados empíricos existentes; e eventualmente ainda, quando surge a necessidade, modificar o modelo para que esse melhor corresponda à situação real, aqui se revelando o aspecto dinâmico da construção do conhecimento.

Articulada com a idéia de modelagem matemática, tem-se a alternativa de trabalho com *projetos*. Um projeto pode favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares, ao integrar os diferentes saberes disciplinares. Ele pode iniciar a partir de um problema bem particular ou de algo mais geral, de uma temática ou de um conjunto de questões inter-relacionadas. Mas, antes de tudo, deve ter como prioridade o estudo de um tema que seja de interesse dos alunos, de forma que se promova a interação social e a reflexão sobre problemas que fazem parte da sua realidade. São situações a serem trabalhadas sob uma visão interdisciplinar, procurando-se relacionar conteúdos escolares com assuntos do cotidiano dos estudantes e enfatizar aspectos da comunidade, da escola, do meio ambiente, da família, da etnia, pluriculturais, etc.

Para desenvolver o trabalho com projetos, o professor deve estabelecer os objetivos educativos e de aprendizagem, selecionar os conteúdos conceituais e procedimentais a serem trabalhados, preestabelecer atividades, provocar reflexões, facilitar recursos, materiais e informações, e analisar o desenvolvimento individual de cada aluno. Essa modalidade de trabalho pode ser muito educativa ao dar espaço para os alunos construir e socializarem conhecimentos relacionados a situações problemáticas significativas, considerando suas vivências, observações, experiências, inferências e interpretações.

Adotar a metodologia do trabalho com projetos pode possibilitar aos professores colocar em ação aulas investigativas, as quais permitem aos alunos o rompimento do estudo baseado em um currículo linear. Eles terão uma maior

chance de ampliar seu raciocínio, rever suas concepções e superar suas dificuldades. Passarão a perceber a Matemática como uma construção sócio-histórica, impregnada de valores que influenciam a vida humana, aprenderão a valorizar o processo de criação do saber.

A utilização da História da Matemática em sala de aula também pode ser vista como um elemento importante no processo de atribuição de significados aos conceitos matemáticos. É importante, porém, que esse recurso não fique limitado à descrição de fatos ocorridos no passado ou à apresentação de biografias de matemáticos famosos. A recuperação do processo histórico de construção do conhecimento matemático pode se tornar um importante elemento de contextualização dos objetos de conhecimento que vão entrar na relação didática. A História da Matemática pode contribuir também para que o próprio professor compreenda algumas dificuldades dos alunos, que, de certa maneira, podem refletir históricas dificuldades presentes também na construção do conhecimento matemático. Por exemplo, reconhecer as dificuldades históricas da chamada “regra de sinais”, relativa à multiplicação de números negativos, ou da construção dos números irracionais pode contribuir bastante para o ensino desses temas.

Outra questão importante refere-se à discussão sobre o papel do livro didático nas salas de aula de Matemática, particularmente em função da atual conjuntura, em que diferentes programas de avaliação e distribuição de livros didáticos têm se efetivado. O texto didático traz para a sala de aula mais um personagem, seu autor, que passa a estabelecer um diálogo com o professor e seus alunos, refletindo seus pontos de vista sobre o que é importante ser estudado e sobre a forma mais eficaz de se trabalharem os conceitos matemáticos.

Na ausência de orientações curriculares mais consolidadas, sistematizadas e acessíveis a todos os professores, o livro didático vem assumindo, há algum tempo, o papel de única referência sobre o saber a ser ensinado, gerando, muitas vezes, a concepção de que “o mais importante no ensino da matemática na escola é trabalhar o livro de capa a capa”. Nesse processo, o professor termina perdendo sua autonomia como responsável pelo processo de transposição didática interna. É importante, pois, que o livro didático de Matemática seja visto não como um substituto de orientações curriculares, mas como um recurso a mais.

A utilização da História da Matemática em sala de aula também pode ser vista como um elemento importante no processo de atribuição de significados aos conceitos matemáticos.

3 O USO DE TECNOLOGIA

Não se pode negar o impacto provocado pela tecnologia de informação e comunicação na configuração da sociedade atual. Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade, a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática.

Considerando a *Matemática para a Tecnologia*, deve-se pensar na formação que capacita para o uso de calculadoras e planilhas eletrônicas, dois instrumentos de trabalho bastante corriqueiros nos dias de hoje. No trabalho com calculadoras, é preciso saber informar, via teclado, as instruções de execução de operações e funções, e isso exige conhecimentos de Matemática. Por exemplo: é a habilidade em estimar mentalmente resultados de operações que identifica, de imediato, um erro de digitação, quando se obtém 0,354 como resultado da multiplicação “ $35,4 * 0,1$ ”; é o conhecimento sobre porcentagem que habilita para o uso da tecla “%”; é o conhecimento sobre funções que explica por que na calculadora tem-se $\sin(30) = -0,99$, ou que explica a mensagem “valor inválido para a função” recebida, após aplicar-se a tecla “sqrt” (raiz quadrada) ao número (-5). Em calculadoras gráficas, é o conhecimento sobre funções que permite analisar a pertinência ou não de certos gráficos que são desenhados na tela. Como as calculadoras trabalham com expansões decimais finitas, às vezes essas aproximações afetam a qualidade da informação gráfica.

... a Matemática como
ferramenta para entender
a tecnologia, e a tecnologia
como ferramenta para
entender a Matemática.

As planilhas eletrônicas são programas de computador que servem para manipular tabelas cujas células podem ser relacionadas por expressões matemáticas. Para operar com uma planilha, em um nível básico, é preciso conhecimento matemático similar àquele necessário ao uso de calculadora, mas com maiores exigências quanto à notação de trabalho, já que as operações e as funções são definidas sobre as células de uma tabela em que se faz uso de notação para matrizes. Assim, é importante conhecer bem a notação matemática usada para expressar diferentes conceitos, em particular o conceito de função. Além disso, a elabo-

ração de planilhas mais complexas requer raciocínio típico dos problemas que exigem um processo de solução em diferentes etapas.

Já se pensando na *Tecnologia para a Matemática*, há programas de computador (*softwares*) nos quais os alunos podem explorar e construir diferentes conceitos matemáticos, referidos a seguir como programas de expressão.² Os programas de expressão apresentam recursos que provocam, de forma muito natural, o processo que caracteriza o “pensar matematicamente”, ou seja, os alunos fazem experimentos, testam hipóteses, esboçam conjecturas, criam estratégias para resolver problemas. São características desses programas: a) conter um certo domínio de saber matemático – a sua base de conhecimento; b) oferecer diferentes representações para um mesmo objeto matemático – numérica, algébrica, geométrica; c) possibilitar a expansão de sua base de conhecimento por meio de macroconstruções; d) permitir a manipulação dos objetos que estão na tela.

Para o aprendizado da geometria, há programas que dispõem de régua e compasso virtuais e com menu de construção em linguagem clássica da geometria – reta perpendicular, ponto médio, mediatriz, bissetriz, etc. Feita uma construção, pode-se aplicar movimento a seus elementos, sendo preservadas as relações geométricas impostas à figura – daí serem denominados programas de geometria dinâmica.

Esses também enriquecem as imagens mentais associadas às propriedades geométricas. Por exemplo: para o Teorema de Pitágoras, partindo do triângulo retângulo e dos quadrados construídos sobre seus lados, podemos construir uma família de “paralelogramos em movimento” que, conservando a área, explica por que a área do quadrado construído sobre a hipotenusa é igual à soma das áreas construídas sobre os catetos.

Com a geometria dinâmica também se pode fazer modelação geométrica. Isso significa captar, com a linguagem geométrica, o movimento de certos mecanismos (uma porta pantográfica, um ventilador, um pistão) ou os movimentos corporais (o caminhar, o remar, o pedalar). Identificar o elemento que desencadeia o movimento e, a partir dele, prosseguir com uma construção sincronizada, em que se preserva a proporção entre os elementos, exige, além de conhecimento em geometria, uma escolha de estratégia de resolução do problema, com a elaboração de um cronograma de ataque aos diferentes subproblemas que compõem

² Uma coletânea desses programas está disponível no site Educação matemática e tecnologia informática, em <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br>.

o problema maior. É uma atividade que coloca em funcionamento diferentes habilidades cognitivas – o pensar geométrico, o pensar estratégico, o pensar hierárquico.

Para o estudo das funções, das equações e das desigualdades da geometria analítica (retas, círculos, cônicas, superfícies), tem-se uma grande variedade de programa de expressão. Em muitos desses programas, pode-se trabalhar tanto com coordenadas cartesianas como com coordenadas polares. Os recursos neles disponibilizados facilitam a exploração algébrica e gráfica, de forma simultânea, e isso ajuda o aluno a entender o conceito de função, e o significado geométrico do conjunto-solução de uma equação – inequação.

Para trabalhar com poliedros, existem também programas interessantes. Nesses, há poliedros em movimento, sob diferentes vistas, acompanhados de planificação. São programas apropriados para o desenvolvimento da visualização espacial.

As planilhas eletrônicas, mesmo sendo ferramentas que não foram pensadas para propósitos educativos, também podem ser utilizadas como recursos tecnológicos úteis à aprendizagem matemática. Planilhas oferecem um ambiente ade-

As planilhas eletrônicas
(...) também podem
ser utilizadas como
recursos tecnológicos
úteis à aprendizagem
matemática.

quado para experimentar seqüências numéricas e explorar algumas de suas propriedades, por exemplo, comparar o comportamento de uma seqüência de pagamentos sob juros simples e juros compostos. Também oferecem um ambiente apropriado para trabalhar com análises de dados extraídos de situações reais. É possível organizar atividades em que os alunos têm

a oportunidade de lidar com as diversas etapas do trabalho de análise de dados reais: tabular, manipular, classificar, obter medidas como média e desvio padrão e obter representações gráficas variadas.

As planilhas eletrônicas também são muito apropriadas para introduzir a noção de simulação probabilística, importante em diversos campos de aplicação. Ao se usar a função “ALEATÓRIO()”, podem-se simular experimentos aleatórios de variados níveis de complexidade, contribuindo, assim, para que o aluno atribua um significado intuitivo à noção de probabilidade como frequência relativa observada em uma infinidade de repetições.

No uso de tecnologia para o aprendizado da Matemática, a escolha de um programa torna-se um fator que determina a qualidade do aprendizado. É com

a utilização de programas que oferecem recursos para a exploração de conceitos e idéias matemáticas que está se fazendo um interessante uso de tecnologia para o ensino da Matemática. Nessa situação, o professor deve estar preparado para interessantes surpresas: é a variedade de soluções que podem ser dadas para um mesmo problema, indicando que as formas de pensar dos alunos podem ser bem distintas; a detecção da capacidade criativa de seus alunos, ao ser o professor surpreendido com soluções que nem imaginava, quando pensou no problema proposto; o entusiástico engajamento dos alunos nos trabalhos, produzindo discussões e trocas de idéias que revelam uma intensa atividade intelectual.

4 ORGANIZAÇÃO CURRICULAR E PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO

A instituição escolar precisa organizar seu trabalho pedagógico de acordo com seus alunos. Para tanto, deve considerar o projeto político-pedagógico como um processo constante de reflexão e discussão sobre os problemas escolares, tendo como intenção a busca de soluções, por meio de ações colaborativas entre os membros que constituem a escola.

Para que a escola possa concretizar a construção de um projeto político-pedagógico significativo que seja fruto do cotidiano escolar, ela precisa de um corpo docente comprometido com a ação educativa, que seja responsável por ela e assuma o trabalho colaborativo como sustentação para a formação de estudantes capacitados para o exercício da cidadania.

O projeto político-pedagógico refere-se tanto ao trabalho mais amplo de organização da escola como ao trabalho mais específico de organização da sala de aula, levadas em conta as relações com o contexto social imediato e a visão de totalidade.

Nesse sentido, tem-se no currículo um elemento essencial na definição do projeto político-pedagógico quando a ele se incorpora o processo social de produção de conhecimento, considerando-se os conhecimentos historicamente produzidos e as formas de viabilizar sua construção por parte dos alunos.

O currículo do ensino médio deve buscar a integração dos conhecimentos, especialmente pelo trabalho interdisciplinar. Neste, fazem-se necessários a cooperação e o compartilhamento de tarefas, atitudes ainda pouco presentes nos trabalhos escolares. O desenvolvimento dessas atitudes pode ser um desafio para os educadores, mas, como resultado, vai propiciar aos alunos o desenvolvimento da aptidão para contextualizar e integrar os saberes.

Para isso, a escola deve buscar novas formas de se organizar, considerando que os conteúdos disciplinares não se esgotam em si mesmos, mas significam o acesso ao saber cultural e à aquisição de ferramentas para o entendimento da sociedade em que vivemos, destacando-se as que capacitam os indivíduos para viverem em um mundo tecnológico e informatizado. Nesse sentido, pode ser interessante propiciar momentos de trabalho em duplas e em pequenos grupos, que possibilitam a participação ativa dos alunos, o confronto de idéias e a adoção de consensos.

As formas de organização das atividades de ensino devem contemplar a diversidade, considerando as interações sociais como essenciais na construção coletiva de conhecimento.

Dar atenção à diversidade significa vincular os conteúdos selecionados para estudo aos conhecimentos prévios dos alunos, respeitando, também, os seus centros de interesse e suas individualidades.

As orientações curriculares apresentadas neste texto, em relação à disciplina Matemática, têm o intuito de suscitar discussões e fornecer subsídios para opções de ênfase no conhecimento matemático, essencial à formação do aluno no ensino médio. Mas as opções também devem adequar-se ao projeto político-pedagógico de cada escola.

Sabe-se que na organização curricular deverá haver equilíbrio na distribuição da carga horária das diferentes disciplinas. É importante que se destaque a necessidade de um trabalho

contínuo com a Matemática durante os três anos do ensino médio, sendo difícil propiciar uma aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos sem uma carga horária adequada de aulas semanais, em cada ano desse nível de ensino.

Ao se definir a ênfase curricular a ser dada à Matemática em cada unidade escolar, recomenda-se um estudo cuidadoso das orientações curriculares expressas nos vários documentos produzidos que visam a subsidiar a definição do projeto político-pedagógico. É interessante ter conhecimento das propostas curriculares que estão sendo produzidas nos diferentes estados brasileiros, o que ajuda a perceber a necessidade de adaptar os currículos às particularidades de cada região.

Os documentos curriculares produzidos no âmbito das redes públicas do país servem como subsídios para a construção dos projetos pedagógicos das escolas. Mas documentos são simples referências para discussão. A educação é um

O currículo do ensino médio deve buscar a integração dos conhecimentos, especialmente pelo trabalho interdisciplinar.

processo essencialmente social e político que se concretiza e avança com as necessárias mudanças no diálogo e nas ações de atores, em diferentes instâncias: alunos, professores, coordenadores e diretores de escolas; professores formadores e gestores nas universidades; gestores nas Secretárias de Educação e no MEC.

5 TEMAS COMPLEMENTARES

Nas questões de conteúdo apresentadas anteriormente, foram discutidos os tópicos considerados essenciais à formação matemática dos estudantes durante o ensino médio, considerando-se a diversidade de carga horária existente nas escolas brasileiras.

Acredita-se que, ao levar em conta o projeto político-pedagógico de cada unidade escolar, os professores possam analisar a pertinência de um trabalho complementar em relação ao conhecimento matemático. Apresentam-se a seguir algumas idéias, mas com a recomendação de que os professores de cada escola definam, de acordo com seu contexto escolar, a adequação de um projeto que envolva temas complementares.

São apresentados, a seguir, tópicos que podem servir muito bem aos propósitos das feiras e dos clubes de ciências, ou para atividades em laboratórios de Matemática, ou ainda para compor, de forma interdisciplinar, a parte diversificada do currículo. Alguns desses tópicos também servem para trabalhar as aplicações matemáticas. Em outros tópicos, tem-se o aspecto artístico e lúdico no trabalho de construção de modelos concretos ilustrativos.

Por exemplo, o estudo das curvas cônicas como lugar geométrico de pontos (elipse, parábola e hipérbole), acompanhado de suas equações. As mais simples, se bem escolhida a posição do sistema de coordenadas, geram um tópico interessante, pois trata-se de curvas que podem ser a solução de uma equação geral de grau dois em duas variáveis (vale lembrar que até então esse estudo estava restrito à reta, círculo e parábola). Podem-se, com isso, explicar os princípios de funcionamento de uma antena parabólica, dos espelhos hiperbólicos usados em telescópios e dos espelhos elípticos.

No estudo da geometria, também se podem provocar os alunos com a pergunta: “Como funcionam certos mecanismos do nosso cotidiano ou certos instrumentos de trabalho?”. São propriedades geométricas que explicam o funcionamento de um macaco de carro, dos brinquedos de uma praça infantil, do teodolito, do periscópio, da máquina fotográfica, do projetor de imagens. Também perguntas simples, como “Por que o parafuso é sextavado?” ou “Por que os prismas triangulares, junto com o movimento de rotação, são usados para veicular propagandas?”, são respondidas com conhecimento bastante elementar de

geometria, que também possibilita inúmeras atividades de natureza interdisciplinar: os poliedros e os cristais, as simetrias nos seres vivos, a concha de Nautilus e a espiral de Arquimedes.

O estudo de poliedros, o Teorema de Euler e a classificação dos poliedros platônicos compõem um interessante tópico, em que a construção dos poliedros, via planificações feitas com régua e compasso, pode ser uma atividade de grande satisfação estética. Na direção de valorização da Matemática, no seu aspecto estético, existem alguns vídeos que podem servir como ponto de partida de discussão de assuntos tais como simetrias, fractais, o número de ouro, etc.

Um outro tópico de natureza interdisciplinar que pode ser interessante é o estudo de fenômenos que têm registro em escala logarítmica: idade fóssil, intensidade de um abalo sísmico, intensidade de um som.

Pode ser bastante interessante levar para a sala da aula a discussão de brilhantes idéias geométricas que resolveram certos problemas na Antiguidade. Alguns desses problemas clássicos: o cálculo do raio da Terra, feito por Eratóstenes no século III a.C.; a solução de Eupalinos na construção de um túnel, 2.500 anos atrás; os diferentes cálculos astronômicos na Grécia antiga, tais como as distâncias relativas entre Terra, Lua e Sol.

O estudo de diferentes sistemas de coordenadas para o plano e o espaço (cartesianas, polares, esféricas), e de construção de algumas curvas e superfícies, provoca um pensamento matemático generalizador ao ir além do até então restrito universo de retas, círculos e curvas, que são gráficos de funções reais, de variável real. Espirais, cilindros, cones, esferas, parabolóides, hiperbolóides são formas geométricas que passam a ser descritas em sistemas de coordenadas, via curvas parametrizadas, superfícies de revolução, gráficos de funções de duas variáveis. Nesse tópico, tem-se também a possibilidade de um interessante trabalho de natureza interdisciplinar: as características geométricas dos diferentes tipos de mapa-múndi, que são dadas via transformações entre espaços de dimensão três e dois. Uma introdução à geometria vetorial e às transformações geométricas no plano e no espaço – isometria e homotetia – é também mais uma oportunidade de trabalhar conceitos matemáticos sob os pontos de vista algébrico e geométrico.

Outro tópico que pode ser tratado como tema complementar é o estudo mais aprofundado dos números complexos. Por um lado, podem-se explorar os

Pode ser bastante interessante levar para a sala da aula a discussão de brilhantes idéias geométricas que resolveram certos problemas na Antiguidade.

aspectos históricos da introdução dos números complexos e de seu papel fundamental no desenvolvimento da álgebra. Por outro lado, podem-se explorar as conexões entre as operações com números complexos e as transformações geométricas no plano.

A maior parte dos conteúdos de Matemática do ensino médio está vinculada a modelos matemáticos de natureza contínua: os números reais e os espaços geométricos (reta, plano e espaço tridimensional). O estudo da geometria e das funções de variável real inserem-se nesse contexto, refletindo o papel fundamental do Cálculo (esse assunto é objeto de estudo na universidade) no desenvolvimento das aplicações da Matemática nas Ciências. No entanto, no decorrer do século XX, novas necessidades tecnológicas advindas da introdução dos computadores – que têm uma Matemática Discreta no seu funcionamento – provocaram um grande desenvolvimento dos modelos matemáticos discretos.

Desse processo decorre um desenvolvimento significativo da área de combinatória, que é a Matemática dos conjuntos finitos. No ensino médio, o termo “combinatória” está usualmente restrito ao estudo de problemas de contagem, mas esse é apenas um de seus aspectos. Outros tipos de problemas poderiam ser trabalhados na escola – são aqueles relativos a conjuntos finitos e com enunciados de simples entendimento relativo, mas não necessariamente fáceis de resolver. Um exemplo clássico é o problema das pontes de Königsberg, tratado por Euler: dado um conjunto de sete ilhas interligadas por pontes, a pergunta que se coloca é: “Partindo-se de uma das ilhas, é possível passar pelas demais ilhas e voltar ao ponto de partida, nisso cruzando-se cada uma das pontes uma única vez?” Problemas dessa natureza podem ser utilizados para desenvolver uma série de habilidades importantes: modelar o problema, via estrutura de grafo – no exemplo, um diagrama em que cada ilha é representada por um ponto e cada ponte é um segmento conectando dois pontos; explorar o problema, identificando situações em que há ou não solução; convergir para a descoberta da condição geral de existência de uma tal solução (ainda no exemplo, o caso em que cada ilha tem um número par de pontes). Muitos outros exemplos de problemas combinatórios podem ser tratados de modo semelhante, tais como determinar a rota mais curta em uma rede de transportes ou determinar um eficiente trajeto para coleta de lixo em uma cidade.

A articulação da
Matemática ensinada no
ensino médio com temas
atuais da ciência e da
tecnologia é possível e
necessária.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se a intenção deste documento em subsidiar as discussões sobre as orientações curriculares para o ensino médio no que se refere à Matemática. Contudo, cada professor, junto com seus pares e seus alunos, deve definir o currículo de Matemática a ser colocado em ação, sempre buscando uma formação matemática que privilegie o essencial e o significativo.

No tratamento desses conteúdos, deve-se buscar o equilíbrio na atenção aos diversos ramos da Matemática. Deve-se, igualmente, afastar-se da compartimentalização e procurar ampliar as ocasiões de articulação entre os diferentes temas, atendendo a requisitos de diversidade, e lembrar-se de que um mesmo conceito matemático pode ser abordado em mais de um dos blocos de conteúdo.

É preciso lembrar que a contextualização deve ser vista como um dos instrumentos para a concretização da idéia de interdisciplinaridade e para favorecer a atribuição de significados pelo aluno no processo de ensino e aprendizagem.

A articulação da Matemática ensinada no ensino médio com temas atuais da ciência e da tecnologia é possível e necessária. Deve-se observar que as articulações com as práticas sociais não são as únicas maneiras de se favorecer a atribuição de significados a conceitos e a procedimentos matemáticos, pois isso igualmente é possível, em muitos casos, com o estabelecimento de suas conexões com outros conceitos e procedimentos matemáticos importantes.

Vale uma ressalva sobre as ineficazes contextualizações artificiais, em que a situação evocada nada tem de essencialmente ligada ao conceito ou ao procedimento visado, como também não são educativas as contextualizações pretensamente baseadas na realidade, mas com aspectos totalmente fantasiosos.

A história da Matemática oferece oportunidades de contextualização importantes do conhecimento matemático, em que a articulação com a história pode ser feita nessa perspectiva, tais como a crise dos irracionais no desenvolvimento da ciência grega, que tem conexão com obstáculos até hoje presentes na aprendizagem desse conceito.

A ampliação e o aprofundamento da explicitação da estruturação lógica da Matemática são necessários ao aluno do ensino médio, devendo-se valorizar os vários recursos do pensamento matemático, como a imaginação, a intuição, o raciocínio indutivo e o raciocínio lógico-dedutivo, a distinção entre validação matemática e validação empírica, e favorecer a construção progressiva do método dedutivo em Matemática.

Cabe ainda uma recomendação especial no que se refere à implementação de políticas públicas que priorizem a formação contínua de professores de Ma-

temática que atuam no ensino médio visando à construção de uma autonomia docente.

Outra recomendação é a criação de fóruns permanentes de discussão sobre o currículo de Matemática, particularmente para o ensino médio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTE E MATEMÁTICA – **Uma série de 13 programas para a TV Cultura** – Fundação Padre Anchieta & TV Escola, em <http://www.videocultura.com>.
- ABRANTES, Paulo. **O trabalho de projecto e a relação dos alunos com a Matemática: a experiência do Projecto Mat789**. Tese de Doutorado. Lisboa: APM, 1994.
- BASSAMEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – Matemática (PNLEM)**. Brasília: MEC, 2005.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN⁺: Ensino Médio** – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Explorando o ensino da Matemática: artigos**. Vol. 3. Brasília: MEC, 2004.
- CÂMARA, Marcelo. **Algumas concepções sobre o ensino-aprendizagem em Matemática. Educação Matemática em Revista**, n. 12, São Paulo, SBEM, 2002.
- _____. Um exemplo de situação-problema: o problema do bilhar. In: **Revista do Professor de Matemática**, n. 50, São Paulo, SBEM, 2002.
- CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. **Estudar Matemática: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- COUTINHO, Cileida de Q. e S. **Introdução ao conceito de probabilidade: uma visão frequentista**. São Paulo: Educ, 1996.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.
- DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **O sonho de Descartes**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.
- _____. **A experiência matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.
- EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM REVISTA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, 1993 (semestral).

- GRAVINA, Maria Alice. **A aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados**. IV Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação. Brasília, 1998. Disponível em <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br>.
- _____. Educação matemática e tecnologia informática. Disponível em <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br>, 2005.
- KUENZER, Acácia Z. (Org.). **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2000.
- _____. **O Ensino Médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito**. **Educação & Sociedade**, Campinas, Cedes, 2000, ano XXI, n. 70.
- LIMA, Elon e CARVALHO, Paulo Cezar. **Coordenadas no Plano**. Coleção do Professor de Matemática, SBM, 2001.
- LIMA, Elon; CARVALHO, Paulo Cezar; WAGNER, Eduardo; MORGADO, Augusto. **A Matemática do Ensino Médio, volumes 1, 2, 3**. Coleção do Professor de Matemática, SBEM, 2000.
- _____. **Temas e problemas**. Coleção do Professor de Matemática, SBEM, 2001.
- LIMA, Elon. **Coordenadas no espaço**. Coleção do Professor de Matemática, SBEM, 2001.
- _____. **Medida e forma em geometria**. Coleção do Professor de Matemática, SBEM, 2000.
- LOPES, Celi Espasandin. **A probabilidade e a estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular**. Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1998. 125 p. Dissertação (Mestrado em Educação).
- _____. **Literacia estatística e Inaf 2002**. In: FONSECA, Maria da Conceição F. R. **Letramento no Brasil: habilidades matemáticas**. São Paulo: Global, 2004.
- LOPES, Celi Espasandin; NACARATO, Adair (Org.). **Escritas e leituras na educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- MARTINS, Jorge Santos. **O trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao ensino médio**. Campinas: Papirus, 2001.
- MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo: Atual, 1998.
- MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- ONRUBIA, Javier. **A atenção à diversidade no Ensino Médio: algumas reflexões e alguns critérios psicopedagógicos**. Atenção à diversidade. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- PONTE, João P. *et al.* **Didática da Matemática: ensino secundário**. Lisboa: Ministério da Educação: Departamento do Ensino Secundário, 1997. (http://w3.des.min-edu.pt/area_pub/publicacoes_II.shtml).

RAMOS, Marise N. **O projeto unitário de ensino médio sob os princípios do trabalho, da ciência e da cultura.** In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria (Orgs.). **Ensino Médio:** ciência, cultura e trabalho. Brasília: MEC, Semtec, 2004.

REVISTA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA. São Paulo: Sociedade Brasileira de Matemática, SBEM, 1982 (semestral).

VEIGA, Ilma P. A. (Org.). **Projeto político-pedagógico da escola.** 16. ed. Campinas: Papirus, 2003.

CONHECIMENTOS DE QUÍMICA

Consultores

Lenir Basso Zanon

Otavio Aloisio Maldaner

Ricardo Gauche

Wildson Luiz Pereira dos Santos

Leitores Críticos

Agustina Echeverria

Ático Inácio Chassot

Eduardo Mortimer

Maurivan Guntzel Ramos

INTRODUÇÃO

A proposta de organização curricular do ensino médio por áreas de estudo – indicada nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), Parecer CEB/CNE nº 15/98, contempla grupos de disciplinas cujo objeto de estudo permite promover ações interdisciplinares, abordagens complementares e transdisciplinares – pode ser considerada um avanço do pensamento educacional.

No entanto, a prática curricular corrente, apesar de já passados sete anos desde a divulgação dos PCNEM, continua sendo predominantemente disciplinar, com visão linear e fragmentada dos conhecimentos na estrutura das próprias disciplinas, a despeito de inúmeras experiências levadas a cabo no âmbito de projetos pedagógicos influenciados pelos Parâmetros. Isso pode ser confirmado pelas propostas pedagógicas configuradas nos diferentes materiais didáticos mais utilizados nas escolas – apostilas, livros didáticos etc. Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos. Na essência, aparecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas.¹

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394/1996 – define o ensino médio como última etapa da educação básica, não apenas porque acontece no final de um longo caminho de formação, mas porque, para os es-

¹ O presente documento, considerando tendências atuais da pesquisa em ensino de Química, área consolidada de Educação Química, mantém os avanços das orientações constantes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e das correspondentes Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) relativas à Química. Incorpora, ainda, ajustes decorrentes das discussões dos seminários regionais e nacional, realizados em 2004 pelo Departamento de Políticas de Ensino Médio da Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação.

tudantes, em ritmo de escolarização regular, aqueles que seguem seus estudos sem interrupções e/ou reprovações, os três anos desse grau de ensino coincidem com a maturidade sexual dos adolescentes, compreendida também como uma importante etapa da vida para a maturidade intelectual. Vigotski (1997) defende que é nesse período que se constitui a capacidade do pensamento conceitual, isto é, a plena capacidade para o pensamento abstrato ou a consciência do próprio conhecimento. Isso também é expresso no PCNEM:

[...] mais amplamente integrado à vida comunitária, o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar. (BRASIL, 1999, p. 207).

A grande importância da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias no desenvolvimento intelectual do estudante do ensino médio está na qualidade e na quantidade de conceitos, aos quais se busca dar significado nos qua-

... a prática curricular
corrente, continua sendo
predominantemente disciplinar,
com visão linear e fragmentada
dos conhecimentos na estrutura
das próprias disciplinas ...

tro componentes curriculares: Física, Química, Biologia e Matemática. Cada componente curricular tem sua razão de ser, seu objeto de estudo, seu sistema de conceitos e seus procedimentos metodológicos, associados a atitudes e valores, mas, no conjunto, a área corresponde às produções humanas na busca da compreensão da

natureza e de sua transformação, do próprio ser humano e de suas ações, mediante a produção de instrumentos culturais de ação alargada na natureza e nas interações sociais (artefatos tecnológicos, tecnologia em geral). Assim como a especificidade de cada uma das disciplinas da área deve ser preservada, também o diálogo interdisciplinar, transdisciplinar e intercomplementar deve ser assegurado no espaço e no tempo escolar por meio da nova organização curricular.

O diálogo entre as disciplinas é favorecido quando os professores dos diferentes componentes curriculares focam, como objeto de estudo, o contexto real – as situações de vivência dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, e as aplicações tecnológicas. A complexidade desses objetos exige análises multidimensionais, com a significação de conceitos de diferentes sistemas conceituais, traduzidas nas disciplinas escolares.

A própria denominação da área, Ciências da Natureza e Matemática, aponta para as múltiplas dimensões nas quais um conteúdo escolar precisa ser estudado. Isso pode levar à superação da fragmentação e da sequência linear com que são abordados os conteúdos escolares.

Contudo, toda a escola e sua comunidade, não só o professor e o sistema escolar, precisam se mobilizar e se envolver para produzir as novas condições de trabalho, de modo a promover a transformação educacional pretendida. (BRASIL, 1999, p. 208).

As condições de trabalho envolvem espaços e tempos de estudo dos professores, expectativas refletidas de pais quanto à educação básica necessária para seus filhos e o projeto político-pedagógico de escola, que sinaliza e expressa a educação básica mais adequada para o contexto em que a escola se insere.

Com isso, fica referendada a visão expressa nos PCN+ de que as ciências que compõem a área têm em comum a investigação sobre a natureza e o desenvolvimento tecnológico, e que é com elas que a escola, compartilhando e articulando linguagens e modelos que compõem cada cultura científica, estabelece mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e científicos diversificados, que incluem o universo cultural da ciência Química. Características comuns às ciências que compõem a área permitem organizar e estruturar, de forma articulada, os temas sociais, os conceitos e os conteúdos associados à formação humano-social, na abordagem de situações reais facilitadoras de novas ações conjuntas. Com essa organização, espera-se que ocorra a apropriação de necessários conhecimentos disciplinares, intercomplementares e transdisciplinares, ou seja, é com os demais componentes disciplinares da área que a Química pode participar no desenvolvimento das novas capacidades humanas.

As concepções de ensino escolar são construções históricas que adquirem sentidos e significados próprios de acordo com o contexto. Na escola, criam-se intencionalmente e de forma planejada os contextos a serem estudados. Ao se

O diálogo entre as disciplinas é favorecido quando os professores dos diferentes componentes curriculares focam, como objeto de estudo, o contexto real – as situações de vivência dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, e as aplicações tecnológicas.

tratar o conjunto dos componentes curriculares das Ciências da Natureza como área de estudos e com atenção para suas tecnologias, esses conhecimentos passam a ser intercomplementares, ou seja, qualquer avanço no significado de algum conceito em um campo científico, em uma disciplina, pode ter repercussão em outros campos ou disciplinas. Presume-se, então, que isso torna a significação do contexto muito mais rica e a aprendizagem mais consistente, contribuindo para o maior desenvolvimento dos estudantes.

Essa expectativa precisa ser acompanhada pela pesquisa, pois, até aqui, sabe-se que o ensino das Ciências da Natureza, exclusivamente disciplinar e com as características já descritas, contribui pouco para a qualidade da aprendizagem. As avaliações realizadas – como, por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mostram que os alunos não têm conseguido produzir respostas coerentes a partir de um conjunto de dados que exigem interpretação, leitura de tabelas, quadros e gráficos, e não conseguem fazer comparações ou fundamentar seus julgamentos. Aceita-se, por exemplo, com base em Vigotski (2001), que uma adequada aprendizagem escolar promove um tipo de desenvolvimento capaz de permitir uma maior capacidade de abstração, como a que se necessita para produzir um pensamento coerente e fundamentado em argumentos sobre determinado contexto ou sobre determinada situação em um contexto mais amplo. Essa capacidade é básica, porém não é inata nem de desenvolvimento espontâneo, isto é, precisa ser constituída na relação pedagógica.

Como campo disciplinar, a Química tem sua razão de ser, sua especificidade, seu modo de interrogar a natureza, controlar respostas por meio de instrumentos técnicos e de linguagem peculiares ...

A compreensão das Ciências da Natureza como área de estudos tem por base uma visão epistemológica que busca a ruptura com uma das visões que se tornou mais hegemônica dentro do ideal da modernidade. Desse ideal se concretizou, no sistema escolar, um projeto educacional de concepção positivista, exclusivamente disciplinar, parcelar, reducionista e enciclopédista de ciência, bem como uma supremacia das Ciências da Natureza sobre outras ciências e outros campos do conhecimento. No entanto, compondo a área, encontram-se diferentes componentes disciplinares, entre os quais a Química. Como campo disciplinar, a Química tem sua razão de ser, sua especificidade, seu modo de interrogar a natureza, controlar respostas por meio de instrumentos técnicos e de linguagem peculiares, identificando as pessoas que os dominam como químicos ou educadores químicos.

Nesse contexto, é fundamental que as escolas, ao manterem a organização disciplinar, pensem em organizações curriculares que possibilitem o diálogo entre os professores das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática, na construção de propostas pedagógicas que busquem a contextualização interdisciplinar dos conhecimentos dessa área. O que se precisa é instituírem os necessários espaços interativos de planejamento e acompanhamento coletivo da ação pedagógica, de acordo com um ensino com característica contextual e interdisciplinar, ou seja, instituírem os coletivos organizados, como foi proposto nos PCNEM e PCN+.

1 SOBRE OS CONTEÚDOS E AS METODOLOGIAS NO ENSINO DA QUÍMICA

1.1 A necessária revisão dos conteúdos do ensino

Em que pesem as abordagens consensuais na educação em Ciências, nos últimos 40 anos, dirigidas à superação de metodologias e conteúdos marcados pelo “modelo bancário” (FREIRE, 1987) de ensino-aprendizagem, conclui-se que, no país, as práticas curriculares de ensino em Ciências Naturais são ainda marcadas pela tendência de manutenção do “conteudismo” típico de uma relação de ensino tipo “transmissão – recepção”, limitada à reprodução restrita do “saber de posse do professor”, que “repassa” os conteúdos enciclopédicos ao aluno. Esse, tantas vezes considerado tabula rasa ou detentor de concepções que precisam ser substituídas pelas “verdades” químico-científicas.

... é recomendável
o estudo da razão
trigonométrica tangente
pela sua importância na
resolução de diversos
tipos de problemas.

No Parecer da Câmara de Educação Básica (Parecer CBE nº 15/98) sobre as DCNEM, há referência ao significado de educação geral pretendida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de 1996, firmando que “a educação geral no nível médio [...] nada tem a ver com o ensino enciclopedista e academicista dos currículos de ensino médio tradicionais, reféns do exame vestibular” (BRASIL, 2000, p. 73). Ainda hoje, prevalece a idéia de que escola melhor é aquela que mais aprova nos exames vestibulares mais concorridos, não importando a qualidade dos exames realizados nem, principalmente, a qualidade das respostas dadas pelos candidatos.

A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados.

Nesse sentido, as DC-NEM e os PCNEM buscam viabilizar respostas que atendam aos pressupostos para Educação Básica indicados pela Lei 9394/96 - LDBEN, entre os quais: visão orgânica do conhecimento, afinada com a realidade de acesso à

informação; destaque às interações entre as disciplinas do currículo e às relações entre os conteúdos do ensino com os contextos de vida social e pessoal; reconhecimento das linguagens como constitutivas de conhecimentos e identidades, permitindo o pensamento conceitual; reconhecimento de que o conhecimento é uma construção sócio-histórica, forjada nas mais diversas interações sociais; reconhecimento de que a aprendizagem mobiliza afetos, emoções e relações entre pares, além das cognições e das habilidades intelectuais.²

Esses pressupostos definem as linhas gerais de ação de uma área do conhecimento e de um componente disciplinar que a compõe. Espera-se que contribuam para pensar sobre ensino médio como etapa final da educação básica, na qual, conforme a LDBEN (1996), competências e habilidades são conseqüências diretas de uma aprendizagem escolar básica, adequada para preparar as gerações

Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação ...

² Vide os pressupostos da organização curricular do Parecer CEB nº 15/98 (BRASIL, 2000, p. 74-75).

que chegam ao final desse nível de ensino, para o que se convencionou chamar os quatro pilares da educação do século XXI:

[...] aprender a conhecer, isto é, adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente, aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes (DELORS, 1998, p. 89-90).

Nos últimos 25 anos, uma efervescente comunidade científica de educadores químicos – atuante em estreita relação com a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e nela inserida por meio da Divisão de Ensino – foi formada no país, com núcleos ativos em praticamente todas as regiões. Entende-se, no âmbito da área, que, de forma geral, o ensino praticado nas escolas não está propiciando ao aluno um aprendizado que possibilite a compreensão dos processos químicos em si e a construção de um conhecimento químico em estreita ligação com o meio cultural e natural, em todas as suas dimensões, com implicações ambientais, sociais, econômicas, ético-políticas, científicas e tecnológicas.

Há, assim, necessidade de superar o atual ensino praticado, proporcionando o acesso a conhecimentos químicos que permitam a “construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada ...

No que tange aos conhecimentos químicos, propõe-se, assim como os PCNEM (2002), que se explicita seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico. Nesse sentido, o currículo consolidado e, de forma geral, apresentado nos livros didáticos, tradicionais necessita de uma

severa leitura crítica, tanto pelos resultados que tem produzido junto aos jovens em sua formação básica (pouca compreensão) quanto pela limitação com que ele é concebido, isto é, como acúmulo de conhecimentos isolados e fossilizados, com questionável papel formador. Há, assim, necessidade de superar o atual ensino praticado, proporcionando o acesso a conhecimentos químicos que permitam a “construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação” (BRASIL, 1999, p. 241).

De alguma forma, membros da comunidade de educadores da área contribuíram para a produção de orientações curriculares dirigidas ao cumprimento

do papel social da Educação Química, concorrendo para a mudança do programa tacitamente consolidado. Isso se manifesta pelos resultados de pesquisas desenvolvidas por essa comunidade, os quais são veiculados em publicações como a revista *Química Nova na Escola* (QNEsc),³ com mais de dez anos de circulação, publicação da SBQ voltada para os professores das escolas e para os estudantes dos cursos de Licenciatura em Química do país, a qual, além dos números semestrais, inclui os Cadernos Temáticos, os vídeos, CDs e DVDs de marcante atualização e de grande valor formativo nas dimensões apontadas.

Uma outra importante contribuição da área de Educação Química está na realização de encontros regionais e nacionais de Ensino de Química, voltados para a melhoria da Educação Básica, com a realização de minicursos, palestras, mesas-redondas e apresentações de trabalhos que têm refletido sobre os princípios e as orientações curriculares dos PCN de Química. Ainda como contribuição da comunidade de educadores em Química, citam-se os livros didáticos produzidos a partir do acompanhamento de pesquisas realizadas na área do conhecimento específico e do ensino de ciências, bem como projetos desenvolvidos sobre o ensino de Química e voltados para a formação de professores.

Contudo, o que se observa de forma geral, nos programas escolares, é que persiste a idéia de um número enorme de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários e anacrônicos. Dessa forma, os professores obrigam-se a “correr com a matéria”, amontoando um item após o outro na cabeça do aluno, impedindo-o de participar na construção de um entendimento fecundo sobre o mundo natural e cultural. São visivelmente divergentes o ensino de Química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em Educação Química do país vem propondo. Torna-se necessário um diálogo mais aprofundado e dinamicamente articulado, que envolva níveis e âmbitos diversificados do ensino e da formação, articulando aspectos diferenciados do componente curricular, mediante o redimensionamento sistemático do conteúdo e da metodologia, segundo duas perspectivas que se intercomplementam: a que considera a vivência individual de cada aluno e a que considera o coletivo em sua interação com o mundo em que vive e atua.

Muitas são as demandas para que a educação escolar – muito mais do que substituir um conteúdo por outro – propicie a compreensão das vivências sociais, com enfoque significativo dos conhecimentos historicamente construídos. Isso não pode estar dissociado da idéia de abordagem temática que, permitindo

³ Sociedade Brasileira de Química, Divisão de Ensino de Química, São Paulo, disponível em www.s bq.org.br/ensino.

uma contextualização aliada à interdisciplinaridade, considere as duas perspectivas mencionadas, proporcionando o desenvolvimento dos estudantes.

1.2 Os conhecimentos químicos da Base Nacional Comum

Espera-se no ensino médio que a Química seja valorizada, na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana, como meio co-participante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade.

Segundo o que foi estabelecido nos PCN+ (BRASIL, 2002, p.87),

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade.

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola.

O aprendizado de Química no ensino médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”.

Dessa forma, os estudantes podem “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos” (PCNEM, 1999).

Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico

em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados.

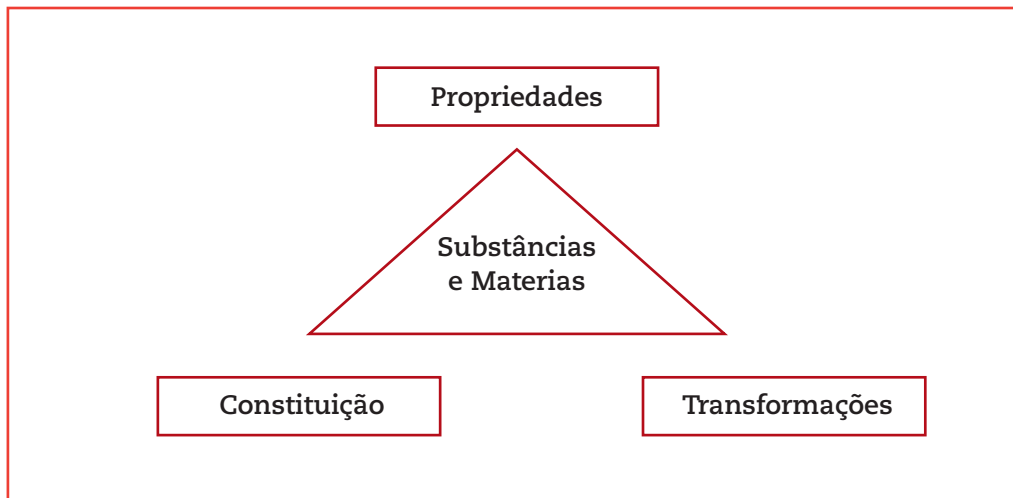
Deve-se considerar ainda a importância, na organização das práticas do ensino, de se levar em conta a visão de que o conhecimento químico é uma construção humana histórica e específica, o qual, sendo objeto de sistemáticos processos de produção e reconstrução sociocultural, vem sendo recontextualizado e usado, com significados ora mais ora menos estabilizados, mediante o uso de linguagens e modelos próprios, em contextos diversificados (BRASIL, 2002).

A Química estrutura-se como um conhecimento (...) que envolvem um tripé bastante específico, em seus três eixos constitutivos fundamentais: *as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos.*

A Química estrutura-se como um conhecimento que se estabelece mediante relações complexas e dinâmicas que envolvem um tripé bastante específico, em seus três eixos constitutivos fundamentais: *as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos* (BRASIL, 2002). Assim, assume-se, na condição de compor a base curricular nacional, uma organização do conhecimento

químico que se estrutura a partir dos três eixos acima mencionados, que, dinamicamente relacionados entre si, correspondem aos objetos e aos focos de interesse da Química, como ciência e componente curricular, cujas investigações e estudos se centram, precisamente, nas propriedades, na constituição e nas transformações dos materiais e das substâncias, em situações reais diversificadas.

Figura 1 – Focos de interesse da Química



Fonte: MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276.

O esquema a seguir explicita as inter-relações que envolvem os três eixos curriculares que constituem os focos básicos de interesse nos processos do conhecimento em Química.

Nessa perspectiva, apresenta-se, nos Quadros 1 e 2 adiante, uma caracterização do conhecimento químico da Base Comum Nacional, que, como orientação para o componente curricular, assume a visão sobre a especificidade do conhecimento químico anteriormente defendida. Cabe reafirmar o alerta já feito quanto à importância e à necessidade de serem analisados, com autonomia dos envolvidos, acréscimos, adaptações e reestruturações, no âmbito de cada coletivo organizado de educadores (na escola, no município, na região, no estado), conforme os princípios norteadores mencionados anteriormente. Assim, os conhecimentos químicos expressos nos Quadros 1 e 2 adiante constituem o núcleo básico comum (ao qual outros conhecimentos poderão ser acrescentados), que necessita ser organizado de acordo com a proposta pedagógica da escola.

A descrição expressa conhecimentos integrantes da Base Comum Nacional para a formação básica em Química, considerando os três eixos estruturantes mencionados, sendo importante não esquecer que é com os conceitos químicos – associados às linguagens e aos modelos teóricos próprios – que é possível compor os conteúdos integrantes do componente curricular de Química.

Assim, é preciso que a abordagem dos conceitos e dos conteúdos de Química seja coerente com a visão atualizada desses, contemplando avanços tanto no conhecimento químico quanto nas concepções da Química como ciência, sua historicidade e suas implicações sociais, sendo essencial a busca sistemática de novas referências e de novas e diversificadas fontes de informação.

A sessão “Conceitos científicos em destaque” da Revista *Química Nova na Escola*, além das outras sessões, é uma leitura recomendada. Por exemplo, é importante considerar a visão de significados relacionais de conceitos químicos. Uma substância não é um “ácido” em si nem uma “base” em si. Dependendo do meio em que ela se encontra, ou seja, da sua interação com outras substâncias presentes no meio, a substância poderá ter um comportamento ora de ácido ora de base. Ou, então, uma substância poderá ter ora caráter de oxidante ora de redutora.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, constituem um conjunto de definições sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular de cada unidade escolar (BRASIL, 1998, Art. 1º). As propostas pedagógicas das escolas e os respectivos currículos incluem a definição das formas de tratamento aos conteúdos e aos conceitos, o que, por sua vez, inclui

definições sobre os contextos e os temas sociais articuladores dos processos de conhecimento aliados às competências básicas da formação. Isso se considerarmos as finalidades legais do ensino médio, entre as quais se situam “a compreensão do significado das ciências” e a compreensão do meio com a ajuda delas, de maneira a “possuir as competências e as habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho” (BRASIL, 1998, Art. 4º), sempre tendo em mente que “os conteúdos curriculares não são fins em si mesmos, mas meios básicos para constituir competências cognitivas ou sociais, priorizando-as sobre as informações” (BRASIL, 1998, Art. 5º).

Essa determinação das DCNEM quanto às competências tem provocado intensos debates no meio educacional, que por sua importância devem continuar, sendo objeto de polêmicas não superadas. Documento anterior, Orientações Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2004), valorizando a não dissociação entre formação da cidadania e formação para a vida profissional, traz um sentido de competências básicas expresso nos PCNEM, como:

Quadro 1 – Conhecimentos químicos, habilidades, valores da base comum

Propriedades das substâncias e dos materiais	Transformações			Modelos de constituição	
	Caracterização	Aspectos energéticos	Aspectos dinâmicos	Substâncias	Transformações químicas
• caracterização de substâncias por algumas de suas propriedades físicas • diferenciação entre substâncias e materiais • diferenciação entre solução, colóide e agregado • compreensão do conceito de temperatura de ebulição e fusão e suas relações com a pressão atmosférica, a natureza das substâncias e a presença de solutos dispersos em seu meio • compreensão do conceito de densidade e solubilidade e a sua dependência com a temperatura e com a natureza do material • reconhecimento da condutividade elétrica e térmica de substâncias e materiais • reconhecimento de que as aplicações tecnológicas das substâncias e materiais estão relacionadas às suas propriedades	• identificação das transformações químicas por meio das propriedades das substâncias • compreensão e representação dos códigos, dos símbolos e das expressões próprios das transformações químicas e nucleares (reversibilidade, catalisador, aquecimento; H) • compreensão do significado do coeficiente estequiométrico;	• identificação de formas de variação de energia nas transformações químicas • identificação de produção de energia térmica e elétrica em transformações químicas (fissão e fusão) • compreensão do conceito de calor e sua relação com as transformações químicas e com a massa dos reagentes e dos produtos • compreensão do significado das aplicações das primeiras e segundas leis da termodinâmica no estudo das transformações químicas • compreensão qualitativa do conceito de entalpia, entropia e potenciais-padrões de eletrodo	• reconhecimento e identificação de transformações químicas que ocorrem em diferentes intervalos de tempo • identificação de variáveis que podem modificar a rapidez de uma transformação química (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação, catalisador) • reconhecimento de que, em certas transformações químicas, há coexistência de reagentes e produtos (estado de equilíbrio químico, extensão da transformação) • identificação de variáveis que perturbam o estado de equilíbrio químico	• compreensão da natureza elétrica e particular da matéria • compreensão do modelo atômico de Rutherford-Bohr • reconhecimento do modelo quântico do átomo como interpretação do comportamento das partículas atômicas a partir de leis da Física moderna fundamentadas em princípios diferentes dos previstos pela Física clássica • identificação e compreensão do significado de informações sobre os elementos na tabela periódica (grupo, família, classificação em metais, não-metais e gases nobres, número atômico, massa atômica, configuração eletrônica) • reconhecimento da lei periódica para algumas propriedades como raio atômico e eletronegatividade • interpretação da periodicidade de propriedades dos átomos e de substâncias em termos das configurações eletrônicas dos átomos dos elementos químicos • compreensão das propriedades das substâncias e dos materiais em função das interações entre átomos, moléculas ou íons	• compreensão da transformação química como resultante de ligações químicas • compreensão de diferentes modelos para explicar o comportamento ácido-base das substâncias • proposição de modelos explicativos para compreender o equilíbrio químico • proposição e utilização de modelos explicativos para compreender a rapidez das transformações químicas • compreensão da relação entre o calor envolvido nas transformações químicas e as massas de reagentes e produtos • compreensão da entalpia de reação como resultante do balanço energético advindo de formação e ruptura de ligação química

Quadro 1. Conhecimentos químicos, habilidades, valores da base comum (continuação)

Transformações				Modelos de constituição	
Propriedades das substâncias e dos materiais	Caracterização	Aspectos energéticos	Aspectos dinâmicos	Substâncias	Transformações químicas
- compreensão de processos de separação de materiais, como filtração, decantação e destilação; - compreensão do significado matemático da composição de materiais e da concentração em massa e em quantidade de matéria de soluções - reconhecimento de unidades de medida usadas para diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções - cálculo de concentrações em massa de soluções preparadas a partir da massa de um soluto e da diluição de soluções	- reconhecimento e compreensão de propriedades químicas como efervescência, fermentação, combustão, oxidação, corrosão, toxidez; degradabilidade; polimerização, acidez, neutralidade e alcalinidade - compreensão de como os químicos prevêem o rendimento de uma reação	compreensão de como os químicos podem prever variação de energia térmica e elétrica nas reações químicas	- compreensão do significado da expressão matemática de constante de equilíbrio químico - compreensão do conceito de pH	- compreensão da maior estabilidade de átomos de certos elementos químicos e da maior interatividade de outros, em função da configuração eletrônica - compreensão das ligações químicas como resultantes das interações eletrostáticas que associam átomos e moléculas para dar às moléculas resultantes maior estabilidade - compreensão da energia envolvida na formação e na “quebra” de ligações químicas - aplicação de idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para compreender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria - identificação das estruturas químicas dos hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, carboidratos, lipídeos e proteínas - reconhecimento da associação entre nomenclatura de substâncias com a organização de seus constituintes - identificação da natureza das radiações alfa, beta e gama - relacionamento do número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade - tradução da linguagem simbólica da Química, compreendendo seu significado em termos microscópicos	- compreensão da relação entre energia elétrica produzida e consumida na transformação química e os processos de oxidação e redução - compreensão dos processos de oxidação e redução a partir das idéias de estrutura da matéria

Quadro 2. Conhecimentos/habilidades/valores relativos à história, à filosofia da Química e às suas relações com a sociedade e o ambiente

Química como atividade científica	Tecnologia química	Química e sociedade	Química, cidadania e meio ambiente
- reconhecimento e compreensão da ciência e da tecnologia químicas como criação humana, inseridas, portanto, na história e na sociedade em diferentes épocas - compreensão do mundo, do qual a Química é parte integrante, por meio dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos - compreensão das formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir - compreensão dos limites da ciência e o significado das suas dimensões sociais e políticas - reconhecimento da ciência não como um corpus rígido e fechado, mas como uma atividade aberta, que está em contínua construção, a qual não é justificada somente por critérios racionais e cognitivos, pois esses critérios são também construídos socialmente - reconhecimento do caráter provisório e incerto das teorias científicas, das limitações de um modelo explicativo e da necessidade de alterá-lo, avaliando as aplicações da ciência e levando em conta as opiniões controversas dos especialistas	- compreensão do conteúdo de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico, em Química, veiculados em notícias e artigos de jornais, revistas, televisão e outros meios sobre temas como agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos de alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens - compreensão do papel desempenhado pela Química no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história - reconhecimento do papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola - compreensão dos aspectos que caracterizam a prática tecnológica: técnico (know-how), organizacional e cultural - compreensão da interdependência entre desenvolvimento científico e tecnológico e desenvolvimento tecnológico e sociedade	- identificação da presença do conhecimento químico na cultura humana contemporânea em diferentes âmbitos e setores, como os domésticos, comerciais, artísticos, desde as receitas caseiras para limpeza, propagandas e uso de cosméticos, até em obras literárias, músicas e filmes - reconhecimento das responsabilidades sociais decorrentes da aquisição de conhecimento na defesa da qualidade de vida e dos direitos do consumidor - reconhecimento do papel de eventos, processos e produtos culturais voltados à difusão da ciência, incluindo museus, exposições científicas, peças de teatro, programas de televisão, vídeos, documentários, folhetos de divulgação científica e tecnológica - reconhecimento da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e desta última sobre o progresso científico e tecnológico e as limitações e possibilidades de se usar a ciência e a tecnologia para resolver problemas sociais - compreensão das interações entre a ciência e a tecnologia e os sistemas políticos e do processo de tomada de decisão sobre ciência e tecnologia, englobando defesa nacional e políticas globais - identificação de aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade científica; os efeitos do desenvolvimento científico sobre a literatura e as artes, e a influência da humanidade na ciência e na tecnologia	- reconhecimento de aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente - compreensão e avaliação da ciência e da tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito - desenvolvimento de atitudes e valores compromissados com o ideal de cidadania planetária, na busca de preservação ambiental do ponto de vista global e de ações de redução das desigualdades étnicas, sociais e econômicas - desenvolvimento de ações engajadas na comunidade para a preservação ambiental

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição de procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 1999, p. 24).

Reitera-se, aqui, a perspectiva de que as competências preconizadas pelas DCNEM sejam objeto de amplo debate por parte de toda a comunidade escolar e das gestões dos sistemas de ensino, inclusive dos pesquisadores e do próprio Conselho Nacional de Educação, haja vista a polêmica em torno de seu uso no desenvolvimento dos sistemas curriculares. Essas discussões, aliadas às definições sobre formas de tratamento dos conteúdos e dos temas, em âmbito escolar, referem-se a dimensões, quanto à formação da cidadania, não voltadas a interesses do sistema produtivo, mas entendidas como necessidades da formação humana integral, em sentido geral.

Assim, considerando uma concepção ampla de formação escolar, entende-se e assume-se, aqui, que aos conhecimentos químicos está associado o desenvolvimento de habilidades para lidar com as ferramentas culturais específicas à forma química de entender e agir no mundo, e que, por sua vez, um conjunto de habilidades associadas à apropriação de ferramentas culturais (conceitos, linguagens, modelos específicos) pode possibilitar o desenvolvimento de competências, como capacidade de articular, mobilizar e colocar em ação, e também de valores aliados aos conhecimentos e capacidades necessários em situações vivenciadas ou vivenciáveis.

Essa visão ampla de conhecimento químico associado a habilidades, competências e valores, transcendendo, em muito, a visão de capacidades aliadas a uma ação motora, associa-se com um “saber ser” que se articula com posturas e atitudes coletivas e eticamente consideradas, ajudando nos julgamentos quanto à pertinência de práticas/ações, à convivência participativa e solidária, à iniciativa, à criatividade e a outros atributos humanos. Pode-se dizer que alguém tem competência quando constitui, articula e mobiliza valores, conhecimentos e habilidades diante de situações e problemas não só rotineiros, mas também imprevistos em sua vida cotidiana. Assim, age eficazmente diante do inesperado e do não habitual, superando a experiência acumulada transformada em hábito e liberando-se para a criatividade e a atuação transformadora.

Obviamente que, ao se definirem competências aliadas à formação da cidadania responsável, intrinsecamente são enfatizados conteúdos e conceitos

fundamentais da Química, sem os quais elas não se desenvolvem. Os quadros apresentados, portanto, enfatizam tais conceitos, expressos num conjunto de conhecimentos, habilidades e valores explicitados, sem nenhuma especificação de ordenação, respeitada a autonomia preconizada nas presentes Orientações.

1.3 A abordagem metodológica no ensino da Química

O presente documento reafirma a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino de Química, na abordagem de situações reais trazidas do cotidiano ou criadas na sala de aula por meio da experimentação. Fazendo parte da contextualização, as situações reais nem sempre são adequada e suficientemente tratadas nos processos de ensino-aprendizagem, sendo importante construir novos entendimentos e novas práticas sobre elas, em atenção aos eixos organizadores já mencionados.

No âmbito da área da Educação Química, são muitas as experiências conhecidas nas quais as abordagens dos conteúdos químicos, extrapolando a visão restrita desses, priorizam o estabelecimento de articulações dinâmicas entre teoria e prática, pela contextualização de conhecimentos em atividades diversificadas que enfatizam a construção coletiva de significados aos conceitos, em detrimento da mera transmissão repetitiva de “verdades” prontas e isoladas. Contudo, é necessário aumentarem os espaços de estudo e planejamento coletivo dirigidos à ampliação das relações entre teoria e prática nas aulas de Química.

Defende-se uma abordagem de temas sociais (do cotidiano) e uma experimentação que, não dissociadas da teoria, não sejam pretensos ou meros elementos de

motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes. Para isso, é necessária a articulação na condição de proposta pedagógica na qual situações reais tenham um papel essencial na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados.

... reafirma a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino de Química, na abordagem de situações reais trazidas do cotidiano ou criadas na sala de aula por meio da experimentação.

Nos avanços quanto à contextualização, na perspectiva de uma educação interdisciplinar, destaca-se a essencialidade de cada saber disciplinar, legitimado no papel que a apropriação da linguagem e do pensamento próprio a cada cultura científica assume, no desenvolvimento das abordagens, das ações e das interlocuções. Assim, a enculturação contextualizada em Química, aliada à interdisciplinaridade não superficial, traz à tona limites dos saberes e conceitos cotidianos e, sem negá-los nem substituí-los, amplia-os nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental.

Considerando a finalidade da educação básica de assegurar ao educando a formação indispensável ao exercício da cidadania, é importante que a base curricular comum contemple, articuladamente com os eixos do conhecimento químico mencionado (propriedades, transformações e constituição), a abordagem de temas sociais que propiciem ao aluno o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Isso pode ser desenvolvido em uma abordagem temática que, à luz da perspectiva de Paulo Freire (1967, 1987, 1992), vise à mediatização dos saberes por meio de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de argüição da realidade, na qual o diálogo começa a partir da reflexão sobre contradições básicas de situações existenciais, consubstanciando-se na educação para a prática da liberdade. Para Freire (1967 e 1987), os temas sociais e as situações reais propiciam a práxis educativa, que, enriquecida pela nova linguagem e pelos novos significados, transforma o mundo, em vez de reproduzi-lo.

Nesse sentido, o princípio da contextualização estabelecido nas DCNEM e referendado pelos PCNEM e pelos PCN+ é aqui assumido, em seu papel central na formação da cidadania, pela reflexão crítica (com conhecimento) e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes. Além dessa função, entendemos que a recontextualização pedagógica do conteúdo químico é também fundamental na concretização dos conteúdos curriculares pela relação entre teoria e prática. Os processos de construção do conhecimento escolar supõem a inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e químicos, de saberes teóricos e práticos, não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural capaz de potencializar a melhoria da vida.

Assim sendo, a contextualização no currículo da base comum poderá ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma

dinamicamente articulada, que possibilitem a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos de Química, de aspectos sociocientíficos concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. A discussão de aspectos sociocientíficos articuladamente aos conteúdos químicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas.

Ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural.

Nesse sentido, sobre a interdisciplinaridade e a contextualização, valem considerar as exemplificações e os comentários dos PCN+:

A discussão da biodiversidade e da codificação genética da vida, que ilustramos, para ganhar contexto e realidade deve ser associada aos problemas atuais da redução da biodiversidade, por conta das intervenções humanas na biosfera, decorrentes da industrialização, do desmatamento, da monocultura intensiva e da urbanização, assim como ser tratada juntamente com as questões atuais da manipulação genética e dos cultivos transgênicos. Dar oportunidade aos estudantes para conhecerem e se posicionarem diante desses problemas é parte necessária da função da educação básica. Por outro lado, o contexto dessa discussão constitui motivação importante para o aprendizado mais geral e abstrato.

Poderíamos igualmente retomar a discussão do aprendizado da energia, no conjunto das ciências e em cada uma delas, para ilustrar como dar contexto social e cultural aos conhecimentos. Para compreender a energia em seu uso social, as considerações tecnológicas e econômicas não se limitam a nenhuma das disciplinas, tornando essencial um trabalho de caráter interdisciplinar. Na produção

de combustíveis convencionais ou alternativos, com a utilização de biomassa atual, como a cana-de-açúcar, ou de biomassa fóssil, como o petróleo, a fotossíntese, estudada na Biologia, é o início para a produção natural primária dos compostos orgânicos, enquanto outros processos químicos são necessários à sua transformação e industrialização. Na geração hidrelétrica, termelétrica ou eólica, além da eventual contribuição de conceitos químicos e biológicos, a produção de eletricidade decorre de técnicas e processos estudados na Física, centrais para compreender e manipular fluxos naturais de matéria e energia, como a radiação solar, a evaporação, as convecções, as induções eletromagnéticas, as correntes elétricas e sua dissipação térmica.

Tratar energia nesse contexto social e produtivo é bem mais do que compreender sua produção ou expressá-la em unidades usuais, sabendo converter joules ou calorias em quilowatts-hora ou toneladas equivalentes de petróleo. É preciso investigar e compreender, além das contas domésticas de luz ou de gás, também a matriz energética que relaciona os setores sociais que demandam energia, como indústria, comércio, transporte ou residências, com as diferentes fontes de oferta, como petróleo, gás natural, hidreletricidade, termoeletricidade, carvão mineral ou vegetal.

É preciso, ainda, levar em conta os impactos ambientais e os custos financeiros e sociais das distintas opções energéticas, temas fronteiriços com a Economia e a Geografia, da área de ciências humanas. Por exemplo, a produção do álcool de cana, o etanol, que complementa os derivados de petróleo como combustível automotivo, é uma alternativa que não é decidida simplesmente pelo preço, mais caro se comparado ao da gasolina, pois também envolve a balança de pagamentos de importação, já que o álcool é produto nacional e o petróleo consumido no Brasil é em parte importado, assim como envolve geração local de empregos e alívio ambiental urbano.

De uma perspectiva histórica, o estudo da energia pode discutir a importância da invenção das rodas d'água, dos moinhos de vento e do aperfeiçoamento dos arreios de animais de tração para o acúmulo de produção no período medieval, ou o papel da máquina a vapor para impulsionar a Primeira Revolução Industrial, ou do motor elétrico, da iluminação elétrica e da eletroquímica para a Segunda Revolução Industrial e daí para a frente, até alcançar a enorme rede de oferta e demanda de insumos energéticos, dos quais depende tão profundamente a vida contemporânea. Esses tratamentos de aspectos geográficos, sociais e histó-

ricos podem ser feitos articuladamente com as demais áreas, mas não é preciso que sejam deixados para a área de ciências humanas, por conta da “natureza do conteúdo”. Pelo contrário, precisamente por sua natureza humanista, esses aspectos são significativos para dar contexto sociocultural a disciplinas científicas como a Biologia, a Física e a Química, e às linguagens matemáticas de que fazem uso, propiciando assim um aprendizado mais eficaz.

Essa articulação interdisciplinar, promovida por um aprendizado com contexto, não deve ser vista como um produto suplementar a ser oferecido eventualmente se der tempo, porque sem ela o conhecimento desenvolvido pelo aluno estará fragmentado e será ineficaz. É esse contexto que dá efetiva unidade a linguagens e conceitos comuns às várias disciplinas, seja a energia da célula, na Biologia, da reação, na Química, do movimento, na Física, seja o impacto ambiental das fontes de energia, em Geografia, a relação entre as energias disponíveis e as formas de produção, na História. Não basta, enfim, que energia tenha a mesma grafia ou as mesmas unidades de medida, deve-se dar ao aluno condições para compor e relacionar, de fato, as situações, os problemas e os conceitos, tratados de forma relativamente diferente nas diversas áreas e disciplinas.

Para isso, os professores precisam relacionar as nomenclaturas e os conceitos de que fazem uso com o uso feito nas demais disciplinas, construindo, com objetivos mais pedagógicos do que epistemológicos, uma cultura científica mais ampla. Isso implica, de certa forma, um conhecimento de cada uma das disciplinas também pelos professores das demais, pelo menos no nível do ensino médio, o que resulta em uma nova cultura escolar, mais verdadeira, pois se um conhecimento em nível médio de todas as disciplinas é o que se deseja para o aluno, seria pelo menos razoável promover esse conhecimento na escola em seu conjunto, especialmente entre os professores.

Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural, e o reconhecimento e a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo (BRASIL, 2002, p. 30-31).

A presente Orientação Curricular recomenda, nesse sentido, que as propostas pedagógicas das escolas sejam organizadas com participação imprescindível das áreas de estudo, em torno da abordagem de aspectos sociocientíficos associados a temas sociais, preferencialmente relacionados a temáticas ambientais, de

forma articulada a conteúdos/conceitos disciplinares, em uma abordagem tanto mais significativa quanto mais for legitimada na vivência social dos estudantes, o que significa a estruturação de um conhecimento disciplinar de Química dinamicamente articulado com os demais componentes curriculares da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, bem como as das demais áreas de estudo.

Embora existam temas gerais já propostos, a exemplo dos PCN+ (Química e biosfera, Química e atmosfera, Química e hidrosfera e Química e litosfera), recomenda-se que eles sejam selecionados de acordo com as condições e os interesses dos sujeitos no âmbito da comunidade escolar. Os temas contextuais organizadores do currículo da escola podem ser identificados a partir de uma diversidade de temas locais ou globais, espaços esses que constituem dimensões sempre presentes e impossíveis de serem esgotadas ou isoladas em si mesmas.

Pode-se trabalhar, por exemplo, a partir de temas como poluição, recursos energéticos, saúde, cosméticos, plásticos, metais, lixo, química agrícola, energia nuclear, petróleo, alimentos, medicamentos, agrotóxicos, águas, atmosfera, solos, vidros, cerâmicas, nanotecnologia, entre tantos outros temas abordados, também, em livros paradidáticos, orientados para o ensino médio. Muitos desses temas são encontrados em artigos de revistas de divulgação científica, como a revista *Ciência Hoje*, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), e outras, como a *Scientific American*, a *Galileu*, além da *Química Nova na Escola*.

Sejam quais forem os conhecimentos químicos e a forma de inseri-los no processo ensino-aprendizagem, há que se garantir a base comum do currículo e o desenvolvimento das competências básicas da formação. Espera-se a contextualização referenciada nos aspectos sócio culturais, bem como a explicitação das inter-relações entre a Química, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, ainda que no âmbito da parte diversificada da proposta curricular.

Cabe ressaltar, também, que as abordagens dos conteúdos precisam, obrigatoriamente, em algum momento do processo, estar articuladas, no âmbito do currículo escolar, de forma não fragmentada e não prescritiva com o desenvolvimento da educação ambiental, conforme preceitua o Plano Nacional de Educação

Pode-se trabalhar, a partir de temas como poluição, recursos energéticos, saúde, cosméticos, plásticos, metais, lixo, química agrícola, energia nuclear, petróleo, alimentos, medicamentos, agrotóxicos ...

(PNE, BRASIL, 2000): a educação ambiental, tratada como tema transversal, será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente.

Destacam-se, ainda, as orientações expressas nos PCN+ (BRASIL, 2002, p. 93), de que a organização dos conteúdos leve em consideração duas perspectivas para o ensino de Química (presentes nos PCNEM): (i) “a que considera a vivência individual dos alunos – seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia”; e (ii) “a que considera a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológico vêm interferindo na produção, na cultura e no ambiente”.

Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.

Enfatiza-se, mais uma vez, que a simples transmissão de informações não é suficiente para que os alunos elaborem suas idéias de forma significativa. É imprescindível que o processo de ensino-aprendizagem decorra de atividades que contribuam para que o aluno possa construir e utilizar o conhecimento (BRASIL, 2002, p. 93).

Com relação à experimentação, é importante considerar que ela, por si só, não assegura a produção de conhecimentos químicos de nível teórico-conceitual significativos e duradouros, mas cumpre papel essencial, ajudando no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas de vida na sociedade e no ambiente. O aspecto formativo das atividades práticas experimentais não pode ser negligenciado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, em detrimento da promoção de aprendizados efetivamente articuladores do diálogo entre saberes teóricos e práticos dinâmicos, processuais e relevantes para os sujeitos em formação.

Ou seja, é essencial que as atividades práticas, em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão

O aspecto formativo das atividades práticas experimentais não pode ser negligenciado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, em detrimento da promoção de aprendizados efetivamente articuladores do diálogo ...

teórico/prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens e modelos explicativos específicos que, incapazes de serem produzidos de forma direta, dependem de interações fecundas na problematização e na (re)significação conceitual pela mediação do professor. Com isso, supera-se a visão linear, alienada e alienante da Química e do seu ensino na medida em que os estudantes são interativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a situações reais, sobre as quais eles têm o que falar, na direção da produção de novas interpretações e explicações, dinâmicas, deliberadas, plurais e sistemáticas, pela intermediação essencial de novas linguagens, teorias e saberes disponibilizados pelo professor de Química (SILVA; ZANON, 2000).

Contrariamente ao que muitos crêem, a Química/Ciência não se apóia nas aparências nem busca essências escondidas na natureza. Sendo uma construção humana, portanto histórica, ela se dá com o desenvolvimento de conceitos no confronto com dados experimentais e com idéias cotidianas, em situação real, pela compreensão conceitual do que está além das aparências e das impressões primeiras. Por isso, a situação experimental, a prática, a experimentação, jamais deve ser esquecida na ação pedagógica. Pelo contrário, deve-se confrontá-la com os conceitos construídos historicamente, mostrar que não se pode “captar” pelos sentidos imediatos a existência, por exemplo, de átomos, de íons, de interações entre moléculas. Pode-se, porém, à luz dos conceitos químicos, entender as realidades, atingindo um nível de compreensão impossível pelos dados sensoriais ou pelas percepções primeiras. Uma vez de posse dos conceitos, pela interação pedagógica, os próprios dados sensoriais começam a ter outro sentido, outro lugar de inserção, outra compreensão. Com isso não se quer dizer que os dados sensoriais captam de forma errada o real, apenas que não captam as explicações que a Ciência/Química dá para as sensações/percepções.

Isso supera a visão do laboratório que funciona como mágica, ou como descoberta da verdade válida para qualquer situação. As teorias, sempre provisórias, não são encontradas (descobertas) na realidade empírica. São, isso sim, criações e construções humanas, e, por isso, sempre históricas, dinâmicas, processuais, com antecedentes, implicações e limitações. Tratar da inter-relação teoria-prática no ensino implica, pois, desmistificar o laboratório e imbricá-lo com o ensino concernente a vivências sociais da vida cotidiana fora da escola, aproximando construções teóricas da ciência (saberes químicos/científicos) com realidades próximas vividas pelos alunos, dentro e fora da sala de aula.

Com essa abordagem, o que se pretende é levar o aluno a compreender e a reconhecer a natureza do conhecimento científico como uma atividade humana

que, sendo histórica e socialmente construída, possui um caráter provisório, limitações e potencialidades, necessitando, pois, ser abordado em sua historicidade e em suas implicações na sociedade e em situações/ambientes diversificados. Nessa perspectiva, para que o currículo seja desenvolvido de forma que explicita o caráter histórico e dinâmico da Química, recomenda-se o uso de livros paradidáticos e outros, como *A ciência através dos tempos* (CHASSOT, 1994), e *Alquimistas e químicos* (VANIN, 1994), que contribuem com um conteúdo histórico da Química que pode ser inserido no programa em diferentes momentos, conforme a opção metodológica do professor. A inserção de elementos de História e Filosofia da Ciência reveste-se de um papel essencial para que o aluno possa desenvolver uma visão abrangente da Química em uma perspectiva transdisciplinar, conforme tem destacado Chassot em sua proposta de alfabetização científica (2000).

1.4 A Química no currículo escolar

A organização do trabalho escolar não só leva em conta como expressa as especificidades do próprio projeto pedagógico, da dinâmica de gestão e de funcionamento da escola e da comunidade, configurando-se com características sempre diferenciadas. Por outro lado, conforme a orientação teórica e metodológica que os professores assumam, conscientemente ou não, a organização dos conteúdos do ensino escolar poderá partir de diferentes eixos estruturadores das práticas.

Nesse cenário, não existe uma forma homogênea de organização do conteúdo da química no currículo escolar. Cabe mencionar que diferentes projetos de ensino de Química vêm sendo desenvolvidos no Brasil por equipes de professores vinculados a grupos de pesquisa, os quais estabelecem de forma diferenciada princípios organizativos do conteúdo e das metodologias, a exemplo de Ambrogi *et alii* (1987, 1990); Ciscato e Beltran (1991); Gepeq (1993, 1995, 1998); Lutfi (1988, 1992); Maldaner (1992); Mól, Santos *et alii* (2003); Mortimer e Machado (2002); Romanelli e Justi (1997); Santos, Mól *et alii* (2003, 2004 e 2005); Schnetzler *et alii* (1986). São projetos e propostas de ensino de Química que podem ser usados como referenciais para que os professores, em seus coletivos, elaborem a proposta adequada para sua comunidade, seu município ou sua região.

... conforme a orientação teórica e metodológica que os professores assumam, conscientemente ou não, a organização dos conteúdos do ensino escolar poderá partir de diferentes eixos estruturadores das práticas.

Destaca-se, assim, que a organização curricular deverá obedecer ao princípio da flexibilidade e adequação à realidade escolar. Assim, nas propostas pedagógicas das escolas, conhecimentos químicos são organicamente contemplados e vêm sendo acrescidos. Todavia, cabe ressaltar a necessidade de que a elaboração dos programas não se perca em excessos de conteúdos que sobrecarreguem o currículo escolar, sem que o professor tenha condições temporais de explorá-los adequadamente, de maneira que os alunos possam significá-los e compreendê-los de forma socialmente relevante. Atualmente, muitos programas de Química estão carregados com conceitos e classificações obsoletos e um excesso de resoluções de exercícios por algoritmos, que pouco acrescentam na compreensão dos conceitos químicos.

Ainda sobre a flexibilidade curricular, o Artigo 5º das DCNEM (BRASIL, 1998) estabelece que, para cumprir as finalidades do ensino médio, as escolas organizarão os currículos de modo a não tratar os conteúdos curriculares como fins em si mesmos e a adotar metodologias de ensino diversificadas. Igualmente, no seu Artigo 3º, as DCNEM (BRASIL, 1998) estabelecem que a prática pedagógica dos sistemas de ensino e das escolas, da organização do currículo e das situações de ensino-aprendizagem, devem ser coerentes com princípios estéticos, substituindo a repetição e a padronização, estimulando a criatividade e constituindo identidades que acolham o convívio com a diversidade.

Cabe mencionar, ainda, que, nos Artigos 6º e 7º das DCNEM (BRASIL, 1998), estão estabelecidos como princípios pedagógicos estruturadores dos currículos a identidade, a diversidade e a autonomia, cabendo aos sistemas de ensino e às escolas (i) buscarem o melhor tratamento e adequação possível às necessidades dos alunos e do meio social, desenvolvendo mecanismos de participação da comunidade, a fim de possibilitar o respeito às condições e às necessidades de espaço e tempo de aprendizagem e ao uso das várias possibilidades pedagógicas; (ii) fomentarem a diversidade de programas de ensino, estimulando alternativas a partir de uma base comum; (iii) criarem mecanismos necessários ao fomento e ao fortalecimento da capacidade de formular e de executar propostas pedagógicas escolares características do exercício da autonomia; e (iv) criarem mecanismos que garantam a liberdade e a responsabilidade das

... é necessário que a organização curricular e o tratamento do conteúdo expressem a diversidade, rompendo com o monoculturalismo, valorizando a pluralidade que existe em nossa sociedade

instituições escolares na formulação de sua proposta pedagógica, evitando que instâncias centrais do sistema de ensino burocratizem e ritualizem o que, no espírito da lei, deve ser expressão de iniciativa das escolas, com protagonismo de todos os sujeitos diretamente interessados, em especial dos professores.

Vale lembrar também que no âmbito da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias os termos dos PCNEM referendam o que prevê o Art. 26 da LDBEN quanto ao fato de o currículo do ensino médio ter uma base nacional comum a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

Tudo isso é motivo de atenção nos estudos, nos planejamentos e na avaliação, sistematicamente, na dinâmica das práticas interativas do ensino-aprendizagem, nas salas de aula e nos entornos da vida escolar, dentro e fora da organização curricular, em Química.

Nesse sentido, cabe destacar que a educação é distribuída de modo desigual tanto em termos de acesso quanto de permanência na escola, numa visão etnocêntrica, em que o conhecimento é pensado na óptica adultocêntrica, masculina, branca, ocidental, cristã e heteronormativa. Sendo assim, é necessário que a organização curricular e o tratamento do conteúdo expressem a diversidade, rompendo com o monoculturalismo, valorizando a pluralidade que existe em nossa sociedade para garantir o direito de todos à educação e a uma escola verdadeiramente democrática (BRASIL, 2005).

Conforme documento da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad), do MEC, “a diversidade não é mera inclusão de determinados conteúdos no currículo escolar, mas uma postura de respeito e valorização do outro e do diferente a ser assumida por todos dentro da escola” (BRASIL, 2005a, p. 9). Entendendo, assim, que não se trata de inclusão de conteúdos, apresentamos a seguir sugestões encaminhadas pela Secad como subsídios à elaboração dos PCNEM 2005 que podem ser articulados aos conteúdos programáticos da base comum (BRASIL, 2005b) com o propósito de explorar valores em torno da diversidade:

- representação da estrutura molecular da melanina; relação entre quantidade de melanina e cor da pele;
- comparação entre textos científicos e de comunicação ligados a teorias raciais do século XIX até as dos anos 1950 do século XX, com as comunicações científicas sobre o DNA do século XXI, presentes em várias fontes;
- descrição de fenômeno ligado a pigmentos naturais e artificiais e elaboração de comunicações descritivas e analíticas usando linguagem científica;

- debates sobre teorias raciais, eugenia, aborto, anemia falciforme, comportamento cultural, novos medicamentos;
- discussão sobre Bioética, eugenia, DNA, colesterol, drogas;
- uso da pólvora nas várias culturas;
- estudo da ação dos xampus nos diferentes tipos de cabelo;
- estudo sobre permanentes, alisamentos, descoloração, tingimento, ação de condicionadores em cabelos;
- estudo de receitas de culinárias diferenciadas, de condimentos, de dietas anabolizantes, medicamentos e previsão de calorias em dietas alimentares;
- conhecimento de modelos explicativos de fenômenos da natureza elaborados por várias culturas desenvolvidos ao longo da história;
- estudo de bebidas, da origem e do contexto de popularização;
- estudos de incensos e perfumes;
- estudo da evolução das tecnologias (aço, papel, técnicas agrícolas, materiais de construção civil nas diferentes culturas, armas químicas e armas biológicas);
- avaliação dos avanços dos cosméticos, dos medicamentos e dos produtos alimentares, de tratamentos de efluentes industriais e residenciais em diferentes áreas (BRASIL, 2005b, p. 39-41).

São proposições que também precisam ser objeto de discussão e reelaboração nos coletivos organizados, em níveis e âmbitos diversificados da educação média em Química. Lembrando, ainda, que no tocante à diversidade é necessário buscar o constante aperfeiçoamento no sentido de incorporar práticas pedagógicas inclusivas aos portadores de necessidades especiais, como, por exemplo, o uso de grafia braille, como proposto por documento da Secretaria de Educação Especial do Ministério da Educação (BRASIL, 2002).

Considerando, portanto, os princípios da contextualização, da interdisciplinaridade e da flexibilidade, e as reflexões em torno das críticas que vêm sendo apresentadas pelas pesquisas na área de ensino de Química à organização curricular dos livros didáticos convencionais, o que se espera é que os professores procurem novas abordagens para o tratamento conceitual e não repitam a tradicional divisão da Química em Química Geral, Físico-Química e

... o que se espera é que os professores procurem novas abordagens para o tratamento conceitual e não repitam a tradicional divisão da Química em Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica ...

Química Orgânica, desconsiderando as características formativas e os princípios já referidos.

Em vez de ordenarem os conteúdos pela divisão clássica, os professores poderão organizá-los a partir de temas dos quais vão emergir os conhecimentos químicos da base comum. Proposição nesse sentido foi desenvolvida por Lutfi (1988, 1992) e pelo Projeto de Ensino de Química e Sociedade (Pequis) da Universidade de Brasília (Mól; Santos *et alii*, 2003, Santos; Mól *et alii*, 2003, 2004, 2005). Lutfi apresenta sugestões de abordagem dos temas alimentos e metais, e o Projeto Pequis aborda todo o conteúdo de Química do ensino médio a partir de nove temas sociais geradores. Outra possibilidade seria tratar dos conceitos fundamentais da Química e, depois, abordar os conhecimentos químicos vinculados aos seus temas tecnológicos, como fez o material produzido pelo Centro de Ensino de Ciências de São Paulo (Cecisp), *Unidades modulares de química* (AMBROGI *et alii*, 1987).

O material didático produzido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP (Gepeq) (1993, 1995, 1998) constitui outra possibilidade de organização curricular que rompe com os programas tradicionais. Esse projeto, que vem sendo adotado com sucesso em várias escolas, estrutura os conceitos químicos

Seja qual for a proposta metodológica a ser adotada pelo professor, é bom destacar a necessidade de buscar romper com a visão clássica do conhecimento químico dos programas tradicionais.

com base em teorias cognitivistas. Ainda há possibilidade de organização curricular, a partir de atividades experimentais como os materiais de Maldaner (1992); Romanelli e Justi (1997); Schnetzler *et alii* (1986). Outra experiência de reorganização curricular é a desenvolvida pelo Gipec-Unijuí (Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijuí), com a proposição, concretização e acompanhamento, em escolas,

das Situações de Estudo, nas quais, em situações reais de vivência dos estudantes, os conhecimentos científicos são recontextualizados, permitindo novos níveis de compreensão do contexto em estudo – com a ajuda das ciências – e, por outro lado, uma compreensão mais adequada das ciências – com a ajuda do contexto vivencial –, numa abordagem que assume características disciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares, que rompe com a seqüência linear e fragmentada dos programas convencionais de ensino (MALDANER; ZANON, 2004). Há,

ainda, a proposição das Unidades de Aprendizagem (GALIAZZI *et alii*, 2004), mediante parceria entre a URG (Universidade do Rio Grande) e a PUC-RS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), alicerçadas em três macro-estruturadores: a problematização do conhecimento inicial do grupo, o questionamento dialógico e a argumentação.

Seja qual for a proposta metodológica a ser adotada pelo professor, é bom destacar a necessidade de buscar romper com a visão clássica do conhecimento químico dos programas tradicionais. Ainda que o professor opte por modelos que se aproximem desses programas, sempre é possível buscar um tratamento e um reordenamento conceitual de determinadas unidades, visando à superação da visão compartimentada e descontextualizada. As obras de Mortimer e Machado (2002), e Santos e Mól (2005), embora sigam a seqüência geral dos programas tradicionais, apresentam uma abordagem que busca uma maior integração do conteúdo e fazem importantes inversões no tratamento de determinados tópicos.

2 O PROFESSOR E AS PERSPECTIVAS PARA A AÇÃO PEDAGÓGICA

Não se pode esperar que a disponibilização de parâmetros, diretrizes ou propostas curriculares, mesmo com força de lei, resulte em uma reforma educativa. Tal reforma para ser efetivada, precisa constituir uma reforma das práticas de professores cuja formação e atuação, de modo geral, continuam a ser baseadas na racionalidade técnica que não leva em conta a diversidade e a dinamicidade dessas (SCHÖN, 1983, 1987). Por exemplo, o que se observa, de maneira geral, é que as instituições escolares continuam organizando os tempos e os espaços pedagógicos segundo uma visão apenas disciplinar, incluindo os horários dos professores e dos alunos, as contratações, as matrículas, as avaliações. Os procedimentos relacionados à gestão escolar, nos diferentes níveis do sistema, não têm conseguido criar condições para romper com a lógica historicamente estabelecida que orienta a organização do trabalho pedagógico. É isso que leva Morin (2002) a se perguntar se é a educação que vai mudar o pensamento educacional ou se é o novo pensamento educacional que vai mudar a educação.

O presente documento constitui orientação curricular, não uniformização de práticas de ensino escolar. A formação comum em Química aqui apresentada refere-se a um nível desejado de desenvolvimento dos estudantes no final da educação básica. Diferenças e especificidades regionais precisam ser respeitadas e consideradas, inclusive as expectativas sociais específicas a cada comunidade em que os estudantes estão inseridos. De fato, é importante considerar que a idéia

de um currículo nacional, mesmo que seja para favorecer o desenvolvimento de uma cultura nacional comum, pode privilegiar a cultura das classes dominantes e excluir a daqueles que não a compartilham ou até a negam.

Nesse sentido, o princípio quanto ao respeito às diferenças, à multiculturalidade, às características regionais nos níveis sócio-econômico e cultural precisa ser reforçado e considerado. Não podem ser esperados desempenhos iguais – ainda mais para respostas e compreensões dadas a questões que vêm de uma única classe social – quando pontos de partida são diversos. Por exemplo, as fontes de informação, abundantes em algumas regiões, ainda são escassas em outras, tanto para professores quanto para estudantes e outras pessoas da comunidade e da sociedade locais. Em uma mesma região geográfica, estabelecem-se enormes diferenças de acesso às fontes de informação, como é o caso das escolas e dos lares de periferias urbanas, se comparados com escolas e lares de classe média e alta de uma mesma cidade.

Defende-se, em todos os âmbitos, que os professores precisam participar de formas de trabalho coletivo organizadas para que instrumentos teóricos e orientações possam ser localmente significados e reconstruídos em contextos práticos, articuladamente às proposições e às ações num nível mais próximo. É de responsabilidade das administrações dos sistemas de ensino, em todos os âmbitos e níveis, criarem as condições de participação dos professores em suas equipes de estudo, com tempo alocado para isso, com recursos para a participação em eventos, com apoio para a aquisição de materiais instrucionais, assinatura de revistas, etc. A flexibilidade curricular depende de uma atuação do conjunto dos sujeitos envolvidos na prática na escola, no município, na região, no estado, sendo fundamental a participação dos professores dos diferentes níveis e áreas do ensino escolar.

Nesse sentido, entendemos, como foi expresso no relatório final do Seminário Nacional de Orientações Curriculares do Ensino Médio, em 2004, que, para que ocorram mudanças significativas no ensino médio, não basta apenas divulgar documentos orientadores. É fundamental uma política de formação contínua de professores, na qual sejam previstas ações em que eles possam compreender de forma crítica e construtiva as orientações estabelecidas e discutirem ações que possam ser colocadas em prática, ou seja, trata-se de transformar marcos teóricos em práticas de sala de aula. Como estratégias de formação contínua, podem-se proporcionar seminários e oficinas, disponibilizar novos materiais, acesso a revistas especializadas e incentivo financeiro a professores para participarem de encontros, produzirem e analisarem seus próprios materiais e processos de mudança.

O presente documento, ao mesmo tempo em que reafirma e propõe avanços dos PCNEM de Química (1999), entende que o sistema educacional, não sendo

homogêneo, não pode ser administrado de forma padronizada. Deve-se considerar a diversidade cultural organizacional que caracteriza as instituições escolares, estimulando o exercício da autonomia em cada instituição, o que inclui, necessariamente, o planejamento do processo ensino-aprendizagem, no contexto de um projeto pedagógico consistente e coletivamente construído.

É importante reconhecer, nesse sentido, que a dinâmica interna da escola é constituída nas inter-relações dos sujeitos participantes da educação, e que sua riqueza depende da trama em que eles interagem, nas combinações possíveis, fundamentalmente flexíveis às exigências da prática educativa, no que cada processo guarda de criativo e de criticamente reflexivo (MARQUES, 1988). As relações estabelecidas no seio da instituição escolar são caracteristicamente dinâmicas e conflituosas, sempre marcadas por concepções pedagógicas do professor de Química, que se expressam na articulação entre as suas teorias de compreensão e interpretação da realidade, e as suas práticas específicas no ensino escolar, não sendo alcançadas por determinações legais de regulação dos sistemas de ensino. Por isso, a idéia da constante (re)construção de parâmetros curriculares flexíveis é um importante avanço se comparada à antiga visão da determinação de conteúdos mínimos.

... a idéia da constante
(re)construção de
parâmetros curriculares
flexíveis é um
importante avanço se
comparada à antiga
visão da determinação de
conteúdos mínimos.

Hoje, por exemplo, fatores produzidos no próprio contexto da sociedade e da educação apontam necessidades que requerem abordagens teóricas e práticas curriculares diferentes das convencionais, também em meio a novas dinâmicas sociais, a novos artefatos tecnológicos, a novas formas de produção e circulação de conhecimentos, e saberes no contexto social. Essas necessidades e mudanças marcam as interações sociais constitutivas dos seres humanos, que hoje se constituem em outras dimensões, formando nova consciência transformadora do meio, nas relações com outros.

A dinâmica da vida do professor na escola pode e precisa voltar-se mais para o favorecimento da (re)organização da prática curricular, da (re)construção do processo ensino-aprendizagem, das decisões do que ensinar, de como ensinar e de como avaliar o significativamente aprendido, da consolidação de espaços efetivamente transformadores da dinâmica social, por meio da instrumentalização intelecto-cultural de cidadãos potencialmente ocupantes de posições decisivas no cenário coletivo da sociedade.

A interdisciplinaridade supõe um projeto político-pedagógico de escola bem articulado a parceria dos gestores, sendo essencial estabelecerem relações que envolvam saberes diversificados, os dos alunos e os das disciplinas, não como mera justaposição, propiciando um conhecimento do fenômeno na sua complexidade. Reafirma-se que, no âmbito da escola, é necessário proporcionar tempo para encontros sistemáticos de professores por áreas de estudo, que contribuam para avaliar ações disciplinares e interdisciplinares, bem como para projetar novas ações, o que potencializa práticas de trabalho coletivo sobre contextos vivenciais ou temas sociais. Sem os encontros periódicos, tais práticas tendem a permanecer como episódios isolados, sem romper com a fragmentação e a linearidade da organização curricular.

Os professores, em seus grupos organizados, são os agentes da (re)construção curricular, sendo imprescindível a criação de espaços de planejamento coletivo, de estudos e discussões que incluam as orientações curriculares nacionais, não vistas como propostas de ensino, mas como diretrizes a serem dinamicamente significadas e desenvolvidas nos contextos de âmbitos mais locais. A União atende à incumbência (LDBEN, Art. 9º) de “elaborar o Plano Nacional de Edu-

Os professores, em seus grupos organizados, são os agentes da (re)construção curricular, sendo imprescindível a criação de espaços de planejamento coletivo, de estudos e discussões que incluam as orientações curriculares nacionais ...

cação em colaboração com os Estados e com os municípios”, que estabelecem competências e diretrizes para nortear os currículos e os conteúdos mínimos do ensino, assegurando uma formação básica comum. Focos norteadores de planejamentos e práticas curriculares, uma vez disponibilizados, precisam ser objeto de estudo e reflexão, em âmbitos específicos do sistema educacional. Não podem ser vistos como “propostas pedagógicas”, nem como algo pronto e padronizado a ser “aplicado” nas escolas do país. Como parâmetro/referên-

cia, precisam ser objeto de necessários processos de discussão e (re)significação em âmbitos diversificados do meio educacional. O fato de isso não acontecer configura obstáculo preocupante na inserção de efetivos processos de formação e desenvolvimento da reforma educativa e curricular a ser desenvolvida em cada escola e região do país. Igualmente, o professor não pode ficar isolado em seu âmbito escolar, sendo necessária uma ampla articulação política da formação docente e do desenvolvimento curricular no país como um todo.

Isso implica uma política nacional efetivamente mobilizadora e articuladora dos sistemas educacionais que considere os princípios da autonomia e da flexibilidade no cumprimento da incumbência, estabelecida pela LDBEN (Art. 11), a cada município de “organizar, manter e desenvolver os órgãos e as instituições oficiais dos seus sistemas de ensino, integrando-os às políticas e aos planos educacionais da União e do respectivo estado”; e, ainda, da incumbência estabelecida (Art. 12) a cada escola de, respeitadas as normas comuns e as do seu respectivo sistema de ensino, elaborar e executar sua própria proposta pedagógica, com atribuição remetida (Art. 13) a cada professor de participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino, zelar pela aprendizagem dos alunos e colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.

... a necessidade de aprofundamento da visão de uma formação humana/social integral e integradora, que não apresente uma percepção segmentada do conhecimento humano, nem do sujeito, nem da realidade ...

É importante salientar a necessidade de aprofundamento da visão de uma formação humana/social integral e integradora, que não apresente uma percepção segmentada do conhecimento humano, nem do sujeito, nem da realidade; que não dissocie desenvolvimento intelectual e profissional, formação teórica e prática; que articule saberes concernentes a conteúdos formativos diversificados, associados a conceitos que necessitam ser (re)significados em contexto escolar, incluindo dimensões plurais e múltiplas do saber, do ser, do saber-fazer, do conviver, associadamente a valores, atitudes e posturas a serem incorporadas como vivências sociais mais solidárias, responsáveis e justas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROGI, A.; LISBOA, J. C. F.; SPARAN, E. R. F. **Química**: habilitação para o magistério. São Paulo: Funbec/Cecisp, Harbra, 1990. Módulos 1, 2 e 3.
- AMBROGI, A.; VERSOLATO, E. F.; LISBOA, J. C. F. **Unidades modulares de química**. São Paulo: Hamburg, 1987.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

- _____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- _____. **Plano Nacional de Educação**. Brasília, Câmara dos Deputados, 2000.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Especial – Sees. **Grafia química Braille para uso no Brasil**: versão preliminar. Brasília: MEC/Sees, 2002.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad). **Unidade na diversidade e a revisão dos PCN do Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secad, mimeo, 2005a.
- _____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad). **Proposta para inclusão nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secad, mimeo, 2005b.
- CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.
- _____. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.
- CISCATO, C. A. M.; BELTRAN, N. O. **Química**: parte integrante do projeto Diretrizes Gerais para o Ensino de 2º Grau Núcleo Comum (convênio MEC/PUC-SP). São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1991.
- DELORS, Jacques (Coord.). **Educação**: um tesouro a descobrir. São Paulo/Brasília: Cortez/Unesco/MEC, 1998.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- _____. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- _____. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- GALIAZZI, M. C.; GARCIA, F. A.; LINDEMANN, R. H. **Construindo caleidoscópios**: organizando unidades de aprendizagem. In: MORAES, R.; MANCUSO,

R. **Educação em ciências:** produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, p. 65-84.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa para o Ensino de Química. **Interação e transformação:** química para o 2º grau. São Paulo: Edusp, 1993. v. I, livro do aluno, Guia do Professor.

_____. **Interação e transformação:** química para o 2º grau. São Paulo: Edusp, 1995. v. II, livro do aluno, Guia do Professor.

_____. **Interação e transformação:** química para o 2º grau. São Paulo: Edusp, 1998. v. III; livro do aluno, guia do professor.

LUTFI, M. **Cotidiano e educação em química:** os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de Química no 2º grau. Ijuí: Editora Unijuí, 1988.

_____. **Os ferrados e os cromados:** produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Editora Unijuí, 1992.

MALDANER, O. A. **Química 1:** construção de conceitos fundamentais. Ijuí: Editora Unijuí, 1992.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Situação de estudo:** uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em ciências:** produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, p. 43-84.

MARQUES, M. O. **Conhecimento e educação.** Ijuí: Editora Unijuí, 1988.

MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P. (Coords.) *et alii*. **Química e sociedade:** a ciência, os materiais e o lixo. Módulo 1, ensino médio, suplementados com o Guia do Professor. São Paulo: Nova Geração, 2003.

MORIN, E. **A religação dos saberes:** o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o ensino médio.** Volume único. São Paulo: Scipione, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais:** fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.

ROMANELLI, L. I.; JUSTI, R. da S. **Aprendendo química.** Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.) *et alii*. **Química e sociedade:** modelo de partículas e poluição atmosférica. Módulo 2, ensino médio, suplementado com o Guia do Professor. São Paulo: Nova Geração, 2003.

_____. **Química e sociedade:** elementos, interações e agricultura. Módulo 3, ensino médio, suplementado com o Guia do Professor. São Paulo: Nova Geração, 2004.

_____. **Química e sociedade:** cálculos, soluções e estética. Módulo 4, suplementado com o Guia do Professor. São Paulo: Nova Geração, 2004.

_____. **Química e sociedade.** Vol. único, ensino médio, suplementado com o Guia do Professor. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SCHÖN, D. A. **The Reflective Practitioner:** How Professionals Think in Accion. New York: Basic Books, 1983.

_____. **La formación de profesionales reflexivos:** hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. Barcelona: Paidós, 1987.

SILVA, L. H. A. S.; ZANON, L. B. **Experimentação no ensino de ciências.** In: SCHNETZER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de ciências:** fundamentos e abordagens. Campinas: V Gráfica, 2000, p. 120-153.

SCHNETZLER, R. P. *et alii*. **Proquim:** Projeto de Ensino de Química para o Segundo Grau. Campinas: Capes/MEC/PADCT, 1986.

VANIN, J. A. **Alquimistas e químicos:** o passado, o presente e o futuro. São Paulo: Moderna, 1994.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Obras escogidas I.** Madrid: Visor Dist, 1997.

Este livro foi composto na Família Minion para o corpo de texto (12/17pt) e impresso em offset sobre papel offset 75g/m² (miolo) e papel Cartão Supremo 300g/m² (capa), em junho de 2006.