PCN+

Ensino Médio

Orientações Educacionais Complementares
aos Parâmetros Curriculares Nacionais

Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Sumário

A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento 7

A natureza do ensino médio e as razões da reforma
Como rever o projeto pedagógico da escola
Novas orientações para o ensino
Conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores
A articulação entre as áreas
A articulação entre as disciplinas em cada uma das áreas

As Ciências da Natureza e a Matemática 23

Caracterização da área de conhecimento
As competências gerais no aprendizado das Ciências da Natureza e da Matemática
Linguagens partilhadas pelas ciências
Instrumentos de investigação utilizados em comum pelas várias ciências
A contextualização no ensino das ciências

Biologia 33

As competências em Biologia
Temas estruturadores do ensino de Biologia
Organização do trabalho escolar
Estratégias para a ação

Física 59

As competências em Física
Temas estruturadores do ensino de Física
Organização do trabalho escolar
Estratégias para a ação

Química 87

As competências em Química
Temas estruturadores do ensino de Química
Organização do trabalho escolar
Estratégias para a ação

Matemática 111

As competências em Matemática
Temas estruturadores do ensino de Matemática
Organização do trabalho escolar
Estratégias para a ação

O ensino articulado das ciências e sua avaliação 133

Formação profissional permanente dos professores 139

A escola como espaço de formação docente
As práticas do professor em permanente formação

A reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento

Este texto é dirigido ao professor, ao coordenador ou dirigente escolar do ensino médio e aos responsáveis pelas redes de educação básica e pela formação profissional permanente dos professores. Pretende discutir a condução do aprendizado nos diferentes contextos e condições de trabalho das escolas brasileiras, de forma a responder às transformações sociais e culturais da sociedade contemporânea, levando em conta as leis e diretrizes que redirecionam a educação básica. Procura estabelecer um diálogo direto com professores e demais educadores que atuam na escola, reconhecendo seu papel central e insubstituível na condução e no aperfeiçoamento da educação básica. Sem pretensão normativa, e de forma complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as orientações educacionais aqui apresentadas têm em vista a escola em sua totalidade, ainda que este volume se concentre nas disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Buscando contribuir para a implementação das reformas educacionais, definidas pela nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e regulamentadas por Diretrizes do Conselho Nacional de Educação, a presente publicação tem, entre seus objetivos centrais, o de facilitar a organização do trabalho da escola, em termos dessa área de conhecimento. Para isso, explicita a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares e apresenta um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar na área. Além de abrir um diálogo sobre o projeto pedagógico escolar e de apoiar o professor em seu trabalho, o texto traz elementos para a continuidade da formação profissional docente na escola.

A natureza do ensino médio e as razões da reforma

A reformulação do ensino médio no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais,

procurou atender a uma reconhecida necessidade de atualização da educação brasileira, tanto para impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva pela ampliação da parcela da juventude brasileira que completa a educação básica, como para responder a desafios impostos por processos globais, que têm excluído da vida econômica os trabalhadores não-qualificados, por conta da formação exigida de todos os partícipes do sistema de produção e de serviços.

A expansão exponencial do ensino médio brasileiro é outra razão pela qual esse nível de escolarização demanda transformações de qualidade, para se adequar à promoção humana de seu público atual, diferente daquele de há trinta anos, quando suas antigas diretrizes foram elaboradas. A idéia central expressa na nova Lei, e que orienta a transformação, estabelece o ensino médio como etapa conclusiva da educação básica de toda a população estudantil – e não mais somente uma preparação para outra etapa escolar ou para o exercício profissional. Isso desafia a comunidade educacional a pôr em prática propostas que superem as limitações do antigo ensino médio, organizado em duas principais tradições formativas, a pré-universitária e a profissionalizante.

Especialmente em sua versão pré-universitária, o ensino médio tem se caracterizado por uma ênfase na estrita divisão disciplinar do aprendizado. Seus objetivos educacionais se expressavam e, usualmente, ainda se expressam em termos de listas de tópicos que a escola média deveria tratar, a partir da premissa de que o domínio de cada disciplina era requisito necessário e suficiente para o prosseguimento dos estudos. Dessa forma, parecia aceitável que só em etapa superior tais conhecimentos disciplinares adquirissem, de fato, amplitude cultural ou sentido prático. Por isso, essa natureza estritamente propedêutica não era contestada ou questionada, mas hoje é inaceitável.

Em contrapartida, em sua versão profissionalizante, o ensino médio era ou é caracterizado por uma ênfase no treinamento para fazeres práticos, associados por vezes a algumas disciplinas gerais, mas sobretudo voltados a atividades produtivas ou de serviços. Treinava-se para uma especialidade laboral, razão pela qual se promovia certo aprofundamento ou especialização de caráter técnico, em detrimento da formação mais geral, ou seja, promoviam-se competências específicas dissociadas de formação cultural mais ampla. É importante que continuem existindo e se disseminem escolas que promovam especialização profissional em nível médio, mas que essa especialização não comprometa a formação geral para a vida pessoal e cultural em qualquer tipo de atividade.

O novo ensino médio, nos termos da lei, de sua regulamentação e de seu encaminhamento, deixa de ser, portanto, simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica. Em qualquer de suas modalidades, isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho.

As transformações de caráter econômico, social ou cultural que levaram à modificação dessa escola, no Brasil e no mundo, não tornaram o conhecimento humano menos disciplinar em qualquer das três áreas em que o novo ensino médio foi organizado.

As três áreas – Ciências da Natureza e Matemática, Ciências Humanas, Linguagens e Códigos – organizam e interligam disciplinas, mas não as diluem nem as eliminam.

A intenção de completar a formação geral do estudante nessa fase implica, entretanto, uma ação articulada, no interior de cada área e no conjunto das áreas. Essa ação articulada não é compatível com um trabalho solitário, definido independentemente no interior de cada disciplina, como acontecia no antigo ensino de segundo grau – no qual se pressupunha outra etapa formativa na qual os saberes se interligariam e, eventualmente, ganhariam sentido. Agora, a articulação e o sentido dos conhecimentos devem ser garantidos já no ensino médio.

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa:

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam:

- comunicar-se e argumentar;
- defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
- participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizarem como cidadãos;
- fazer escolhas e proposições;
- tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender.

As características de nossa tradição escolar diferem muito do que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais. De outro lado, ela impõe ao conjunto dos alunos uma atitude de passividade, tanto em função dos métodos adotados quanto da configuração física dos espaços e das condições de aprendizado. Estas, em parte, refletem a pouca participação do estudante, ou mesmo do professor, na definição das atividades formativas. As perspectivas profissional, social ou pessoal dos alunos não fazem parte das preocupações escolares; os problemas e desafios da comunidade, da cidade, do país ou do mundo recebem apenas atenção marginal no ensino médio, que também por isso precisaria ser reformulado.

A falta de sintonia entre realidade escolar e necessidades formativas reflete-se nos projetos pedagógicos das escolas, freqüentemente inadequados, raramente explicitados ou objeto de reflexão consciente da comunidade escolar. A reflexão sobre o projeto pedagógico permite que cada professor conheça as razões da opção por determinado conjunto de atividades, quais competências se busca desenvolver com elas e que prioridades norteiam o uso dos recursos materiais e a distribuição da carga horária. Permite, sobretudo, que o professor compreenda o sentido e a relevância de seu trabalho, em sua disciplina, para que as metas formativas gerais definidas para os alunos da escola sejam atingidas. Sem essa reflexão, pode faltar clareza sobre como conduzir o aprendizado de modo a promover, junto ao alunado, as qualificações humanas pretendidas pelo novo ensino médio.

Como rever o projeto pedagógico da escola

Independentemente das reformas a implementar por conta da nova legislação, na quase totalidade das escolas estão ocorrendo outras transformações, que a escola nem sempre consegue administrar, e nem sempre sabe como tratar. Quem vive o cotidiano escolar percebe que velhos paradigmas educacionais, com seus currículos estritamente disciplinares, se revelam cada vez menos adequados, com reflexos no aprendizado e no próprio convívio.

A transformação de qualidade que se procura promover na formação dos jovens irá conviver com mudanças quantitativas e qualitativas, decorrentes de processos sociais e culturais mais amplos, que precisam ser consideradas e compreendidas. Talvez a transformação mais importante que está ocorrendo na escola brasileira seja sua enorme ampliação numérica. O ensino básico no Brasil já ultrapassou 50 milhões de matrículas, das quais cerca de 10 milhões no ensino médio, que dobrou de tamanho em uma década. Por conta desse processo, boa parte dos alunos do ensino médio vem de famílias em que poucos completaram a educação fundamental.

Em passado não muito distante, a quase totalidade dos que freqüentavam a escola regular de ensino médio estava ali de passagem para o ensino superior. Na atualidade, essa parcela corresponde a não mais de um quarto dos alunos – fração fácil de calcular, quando se comparam os quase 10 milhões de estudantes de ensino médio com os cerca de 2,5 milhões de matrículas no ensino superior no país.

Assim, mais freqüentemente, a perspectiva dos jovens brasileiros que hoje estão nessa escola é obter qualificação mais ampla para a vida e para o trabalho, já ao longo de sua escolarização básica e imediatamente depois. Isso exige revisão numa escola que se caracterizava, sobretudo, como preparatória para a educação superior.

Adequar a escola a seu público atual é torná-la capaz de promover a realização pessoal, a qualificação para um trabalho digno, para a participação social e política, enfim, para uma cidadania plena da totalidade de seus alunos e alunas. Isso indica a necessidade de revisão do projeto pedagógico de muitas escolas que não se renovam há décadas, criadas em outras circunstâncias, para um outro público e para um mundo diferente deste dos nossos dias.

É preciso identificar os pontos de partida para se construir essa nova escola, e reconhecer os obstáculos que dificultam sua implementação, para aprender a contorná-los ou para superá-los.

Um dos pontos de partida é a consciência crescente da sociedade sobre a importância da educação, que tem resultado em permanente crescimento do número de estudantes – de forma que não mais será preciso trazer o povo para a escola, mas sim adequar a escola a esse povo. A rede escolar existente, mesmo com instalações e pessoal ainda insuficientes, também certamente constitui outro ponto de partida.

Esses bons pontos de partida, entretanto, estão cercados de difíceis obstáculos, como a tradição estritamente disciplinar do ensino médio, de transmissão de informações desprovidas de contexto, de resolução de exercícios padronizados, heranças do ensino conduzido em função de exames de ingresso à educação superior. Outro obstáculo é a expectativa dos jovens – quando não de suas famílias e das próprias instituições escolares – de que os agentes no processo educacional sejam os professores, transmissores de conhecimento, enquanto os estudantes permanecem como receptores passivos, e a escola resume-se ao local em que essa transmissão ocorre.

Tais expectativas equivocadas, somadas a um ensino descontextualizado, resultam

em desinteresse e baixo desempenho. Geram ainda um ciclo de desentendimentos, em que os alunos ou seus pais consideram os professores fracos e desinteressados e os docentes pensam exatamente o mesmo de seus alunos, numa escola na qual o desafio do aprendizado e a alegria do convívio dão lugar a apatia, tensão, displicência ou violência, em proporções que variam com as circunstâncias.

Identificar pontos de partida e obstáculos facilita o desenvolvimento de estratégias e a mobilização de recursos para empreender a construção da nova escola de nível médio. A nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais, apresentadas pela vida comunitária ou pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais. Mais do que tudo, quando fundada numa prática mais solidária, essa nova escola estará atenta às perspectivas de vida de seus partícipes, ao desenvolvimento de suas competências gerais, de suas habilidades pessoais, de suas preferências culturais.

A escola como cenário real da reforma educacional

As reformas educacionais iniciaram-se há pouco mais de meia década e pode ser que custe mais uma década para promover as transformações pretendidas, em escala nacional. Mas já se percebem experiências importantes em muitas escolas brasileiras que desenvolvem novos projetos pedagógicos e novas práticas educacionais, nas quais leituras, investigações, discussões e projetos realizados por alunos superam ou complementam a didática da transmissão e a pedagogia do discurso. Essas novas práticas, usualmente, são resultado de um trabalho de toda a comunidade, em cooperação com a direção escolar, em apoio à transição entre o velho e o novo modelo de escola.

As escolas que, em diferentes ambientes e condições, estão construindo novos e bem-sucedidos paradigmas educacionais não são necessariamente as mais ricas, nem as mais bem-equipadas. O que as distingue é a sintonia entre professores, alunos e comunidade, a atenção solidária dada às metas de diferentes conjuntos de alunos (como a orientação profissional para alguns, o preparo pré-universitário para outros) e a realização cultural e social, construída no próprio convívio escolar e não adiada para um futuro distante.

Ao identificar propósitos e necessidades diferentes entre os estudantes, essas escolas associam ao trabalho de promoção do aprendizado geral, comum, atividades complementares, de interesse amplo ou particular. Nessas atividades, a presença da comunidade tem sido essencial – na participação em conselhos, em parcerias com diferentes organizações da sociedade civil, propiciando o uso de outros espaços e equipamentos sociais, além daqueles disponíveis na escola. Em contrapartida, freqüentemente, essas escolas se interessam por problemas da comunidade, usando seus conhecimentos e recursos humanos para diagnosticá-los e encaminhá-los.

Os objetivos da nova educação pretendida são certamente mais amplos do que os do velho projeto pedagógico. Antes se desejava transmitir conhecimentos disciplinares padronizados, na forma de informações e procedimentos estanques; agora se deseja promover competências gerais, que articulem conhecimentos, sejam estes disciplinares ou não. Essas competências dependem da compreensão de processos e do

desenvolvimento de linguagens, a cargo das disciplinas que, por sua vez, devem ser tratadas como campos dinâmicos de conhecimento e de interesses, e não como listas de saberes oficiais.

Ao lidar com as Ciências da Natureza e a Matemática, este volume estará enfatizando propostas relativas às disciplinas dessa área, mas grande parte das análises e recomendações envolve todo o projeto pedagógico da escola, transcendendo o trabalho das disciplinas e mesmo o que deve ser conduzido estritamente por professores.

Por exemplo, especialmente para jovens de famílias economicamente marginalizadas ou apartadas de participação social, a escola de ensino médio pode constituir uma oportunidade única de orientação para a vida comunitária e política, econômica e financeira, cultural e desportiva. Boa parte desses temas e atividades não era reconhecida como funções da escola no tempo em que ela atendia um público que se informava sobre esses assuntos por meios e iniciativas próprios. Mesmo hoje, esses outros papéis da escola, sociais, cívicos e comunitários, podem ser essenciais para algumas escolas, mas menos relevantes para outras.

É preciso sempre considerar a realidade do aluno e da escola, e evitar sugerir novas disciplinas ou complicar o trabalho das já existentes – até porque esse tipo de aprendizado não se desenvolve necessariamente em situações de aula, mas sobretudo em outras práticas.

O que motiva essas sugestões é lembrar a primeira finalidade da educação básica, de acordo com o Artigo 22 da LDBEN/96 – a "formação comum indispensável para o exercício da cidadania...". Diante da obrigação do cumprimento dessa finalidade, o educador não tem direito de ignorar a condição extra-escolar do educando.

A disseminação desse conceito mais generoso de educação depende de toda a sociedade, não só de medidas oficiais. Constitui um alento perceber que muitas escolas brasileiras já estão realizando esse trabalho de forma exemplar, conscientes de que devem:

- promover todos os seus alunos, e não selecionar alguns;
- emancipá-los para a participação, e não domesticá-los para a obediência;
- valorizá-los em suas diferenças individuais, e não nivelá-los por baixo ou pela média.

Parte do que foi sintetizado acima, e também do que será exposto a seguir, resume um aprendizado da nova escola brasileira, não como receita para ser seguida sem espírito crítico e sim como sugestão do que fazer para criar o novo.

Novas orientações para o ensino

No sentido de encaminhar um ensino compatível com as novas pretensões educativas e ampliar as orientações contidas nos PCNEM, adiantando elementos que não estavam ainda explicitados, este volume dedicado às Ciências da Natureza e Matemática procura trazer elementos de utilidade para o professor de cada disciplina, na definição de conteúdos e na adoção de opções metodológicas. Além disso, explicitam-se algumas formas de articulação das disciplinas para organizar, conduzir e avaliar o

aprendizado. Finalmente, apontam-se direções e meios para a formação continuada dos professores do ensino médio, no sentido de garantir-lhes permanente instrumentação e aperfeiçoamento para o trabalho que deles se espera.

No âmbito de cada disciplina – Biologia, Física, Química e Matemática –, os temas com os quais se pode organizar ou estruturar o ensino constituem uma composição de elementos curriculares com competências e habilidades, no sentido em que esses termos são utilizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), ou no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas. Ao se apresentarem dessa forma, esses temas estruturadores do ensino disciplinar e seu aprendizado não mais se restringem, de fato, ao que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorporam metas educacionais comuns às várias disciplinas da área e das demais e, também por isso, tais modificações de conteúdo implicam modificações em procedimentos e métodos, que já sinalizam na direção de uma nova atitude da escola e do professor.

O conjunto desses novos conteúdos não constituirá uma lista única de tópicos que possa ser tomada por um currículo mínimo, porque é simplesmente uma proposta, nem obrigatória nem única, de uma visão ampla do trabalho em cada disciplina. Sob tal perspectiva, o aprendizado é conduzido de forma que os saberes disciplinares, com suas nomenclaturas específicas, não se separam do domínio das linguagens de utilidade mais geral, assim como os saberes práticos, como equacionar e resolver problemas reais, não se apartam de aspectos gerais e abstratos, de valores éticos e estéticos, ou seja, estão também associados a visões de mundo. Nessa proposta, portanto, competências e conhecimentos são desenvolvidos em conjunto e se reforçam reciprocamente.

Tendo em vista as práticas tradicionalmente adotadas na escola média brasileira, o que está sendo proposto depende de mudanças de atitude na organização de novas práticas. Por isso, além da proposição de temas estruturadores para o trabalho de cada disciplina, procura-se esboçar algumas sugestões de diferentes formas e estratégias de se conduzir o aprendizado. O número de aulas por disciplina, que varia significativamente no interior de redes públicas e privadas de ensino, exige correspondente adequação e redução no conjunto de metas em sua organização. As ambições formativas da estruturação que será apresentada correspondem a uma disponibilidade ideal de horas-aula. A redução, que na quase maioria dos casos será inevitável, mesmo que não desejável, demanda critérios que, da mesma forma que a proposta original, preservem aspectos disciplinares essenciais, e não descartem as competências centrais.

Nessa nova compreensão do ensino médio e da educação básica, a organização do aprendizado não seria conduzida de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências.

As linguagens, ciências e humanidades continuam sendo disciplinares, mas é preciso desenvolver seus conhecimentos de forma a constituírem, a um só tempo, cultura geral e instrumento para a vida, ou seja, desenvolver, em conjunto, conhecimentos e

competências. Contudo, assim como a interdisciplinaridade surge do contexto e depende da disciplina, a competência não rivaliza com o conhecimento; ao contrário, se funda sobre ele e se desenvolve com ele.

Conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores

O novo ensino médio deve estar atento para superar contradições reais ou aparentes entre conhecimentos e competências.

Para quem possa temer que se estejam violando os limites disciplinares, quando estes se compõem com conhecimentos e competências, vale lembrar que as próprias formas de organização do conhecimento, as disciplinas, têm passado por contínuos rearranjos. Muitas disciplinas acadêmicas e muitos campos da cultura resultam de processos recentes de sistematização de conhecimentos práticos ou teóricos, reunindo elementos que, em outras épocas, estavam dispersos em distintas especialidades.

- A Biologia, por exemplo, herdeira mais próxima do que se chamou até há algum tempo de História Natural, hoje incorpora entre suas especialidades a Botânica e a Zoologia, e encampa um debate filosófico sobre origem e significado da vida, assim como fundamenta saberes práticos profissionais que eram, de forma autônoma, próprios da medicina, da pecuária, da agricultura e da manufatura de alimentos.
- A divisão de territórios entre as distintas ciências humanas é outro exemplo de como, na organização disciplinar do conhecimento, não há demarcações absolutas, pois há mesmo aspectos comuns da Geografia Humana e da Sociologia, ou também da História e da Antropologia, tanto na perspectiva da temática quanto na de instrumentos analíticos. A filosofia partilha com as ciências humanas e com as ciências da natureza alguns de seus temas centrais.
- As linguagens, por sua vez, dos idiomas às artes, têm seus recortes temáticos e disciplinares em permanente transformação, além de que, em um mesmo local e período, convivem visões diferentes ou mesmo divergentes sobre quais são seus temas centrais de aprendizado e sobre as formas mais recomendáveis para seu ensino.

Ainda que as disciplinas não sejam sacrários imutáveis do saber, não haveria qualquer interesse em redefini-las ou fundi-las para objetivos educacionais. É preciso reconhecer o caráter disciplinar do conhecimento e, ao mesmo tempo, orientar e organizar o aprendizado, de forma que cada disciplina, na especificidade de seu ensino, possa desenvolver competências gerais. Há nisso uma contradição aparente, que é preciso discutir, pois específico e geral são adjetivos que se contrapõem, dando a impressão de que o ensino de cada disciplina não possa servir aos objetivos gerais da educação pretendida.

Em determinados aspectos, a superação dessa contradição se dá em termos de temas, designados como transversais, cujo tratamento transita por múltiplas disciplinas; no entanto, nem todos os objetivos formativos podem ser traduzidos em temas. A forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele. Por exemplo, sucata industrial ou detrito orgânico doméstico, acumulados junto de um manancial, não constituem apenas uma questão biológica, física, química; tampouco é apenas sociológica, ambiental, cultural, ou então só ética e estética – abarcam tudo isso e mais que isso.

Há habilidades e competências, no entanto, cujo desenvolvimento não se restringe a qualquer tema, por mais amplo que seja, pois implicam um domínio conceitual e prático, para além de temas e de disciplinas.

A própria competência de dar contexto social e histórico a um conhecimento científico é um exemplo que não está restrito nem às ciências, nem à história, nem a uma soma delas. O que é necessário compreender é que, precisamente por transcender cada disciplina, o exercício dessas competências e dessas habilidades está presente em todas elas, ainda que com diferentes ênfases e abrangências.

Não há receita, nem definição única ou universal, para as competências, que são qualificações humanas amplas, múltiplas e que não se excluem entre si; ou para a relação e a distinção entre competências e habilidades. Por exemplo, os PCNEM explicitam três conjuntos de competências: **comunicar e representar**; **investigar e compreender**; **contextualizar social ou historicamente** os conhecimentos. Por sua vez, de forma semelhante, mas não idêntica, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) aponta cinco competências gerais: **dominar diferentes linguagens**, desde idiomas até representações matemáticas e artísticas; **compreender processos**, sejam eles sociais, naturais, culturais ou tecnológicos; **diagnosticar e enfrentar problemas reais**; **construir argumentações**; e **elaborar proposições solidárias**.

Tanto nos PCNEM, como no Enem, relacionam-se as competências a um número bem maior de habilidades. Pode-se, de forma geral, conceber cada competência como um feixe ou uma articulação coerente de habilidades. Tomando-as nessa perspectiva, observa-se que a relação entre umas e outras não é de hierarquia. Também não se trata de gradação, o que implicaria considerar habilidade como uma competência menor. Trata-se mais exatamente de abrangência, o que significa ver habilidade como uma competência específica. Como metáfora, poder-se-ia comparar competências e habilidades com as mãos e os dedos: as primeiras só fazem sentido quando associadas às últimas.

Informar e informar-se, comunicar-se, expressar-se, argumentar logicamente, aceitar ou rejeitar argumentos, manifestar preferências, apontar contradições, fazer uso adequado de diferentes nomenclaturas, códigos e meios de comunicação são competências gerais e recursos de todas as disciplinas e, por isso, devem se desenvolver no aprendizado de cada uma delas.

Assim, lado a lado com o aprendizado de competências que, à primeira vista, poderiam parecer mais disciplinares – como compreender processos naturais, sociais e tecnológicos, interpretar manifestações culturais e artísticas –, podem ser aprendidas competências aparentemente mais gerais – como fazer avaliações quantitativas e qualitativas, em termos práticos, éticos e estéticos, equacionar e enfrentar problemas pessoais ou coletivos, participar socialmente de forma solidária, ser capaz de elaborar críticas ou propostas.

Algumas dessas competências podem ter um apelo mais técnico-científico, outras mais artístico-cultural, mas há um arco de qualidades humanas que, ainda que em doses distintas, tomará parte nos fazeres de cada aprendizado específico. Há outras qualidades, como desenvolver apreço pela cultura, respeito pela diversidade e atitude de permanente aprendizado, questionamento e disponibilidade para a ação, que são valores humanos amplos sem qualquer especificidade disciplinar e que, portanto, devem estar integradas às práticas educativas, mas isso só acontece se a formação for concebida como um conjunto em termos de objetivos e formas de aprendizado Aprende

a comunicar, quem se comunica; a argumentar, quem argumenta; a resolver problemas reais, quem os resolve, e a participar do convívio social, quem tem essa oportunidade. Disciplina alguma desenvolve tudo isso isoladamente, mas a escola as desenvolve nas disciplinas que ensina e nas práticas de cada classe e de cada professor.

No entanto, como as disciplinas não estão usualmente organizadas em termos de competências, mas em termos de tópicos disciplinares, se desejamos que elas estejam atentas para o desenvolvimento de competências, seria útil esboçar uma estruturação do ensino capaz de contemplar, a um só tempo, uma coisa e outra. Essa é a idéia que preside a concepção de temas estruturadores do processo de ensino, para se poder apresentar, com contexto, os conhecimentos disciplinares já associados a habilidades e competências específicas ou gerais.

Por essa razão, quando forem trabalhadas as várias disciplinas da área de conhecimento, juntamente com a apresentação das competências no âmbito disciplinar, serão apresentados temas estruturadores do ensino de cada disciplina, que facilitarão uma organização do aprendizado compatível com a ambição formativa expressa acima. É claro que os temas estruturadores que serão apresentados não são a única forma possível de organização e, mesmo sendo eles aceitos, podem e devem ser modificados de acordo com o ritmo e as características da escola ou da turma. São, enfim, uma sugestão de trabalho, não um modelo fechado. Uma vantagem de se adotar esse esquema, ou algo equivalente, é que, além de permitirem uma organização disciplinar do aprendizado, também dão margem a alternativas de organização do aprendizado na área e no conjunto das áreas, como veremos. No âmbito escolar, essa organização por área pode também contribuir para melhor estruturação do projeto pedagógico da escola.

A articulação entre as áreas

A articulação entre as áreas é uma clara sinalização para o projeto pedagógico da escola. Envolve uma sintonia de tratamentos metodológicos e, no presente caso, pressupõe a composição do aprendizado de conhecimentos disciplinares com o desenvolvimento de competências gerais. Só em parte essa integração de metas formativas exige, para sua realização, projetos interdisciplinares, concentrados em determinados períodos, nos quais diferentes disciplinas tratem ao mesmo tempo de temas afins. Mais importante do que isso é o estabelecimento de metas comuns envolvendo cada uma das disciplinas de todas as áreas, a serviço do desenvolvimento humano dos alunos e também dos professores.

De forma consciente e clara, disciplinas da área de linguagens e códigos devem também tratar de temáticas científicas e humanísticas, assim como disciplinas da área científica e matemática, ou da humanista, devem também desenvolver o domínio de linguagens. Explicitamente, disciplinas da área de linguagens e códigos e da área de ciências da natureza e matemática devem também tratar de aspectos histórico-geográficos e culturais, ingredientes da área humanista, e, vice-versa, as ciências humanas devem também tratar de aspectos científico-tecnológicos e das linguagens.

Não se cogita em descaracterizar as disciplinas, confundindo-as todas em práticas comuns ou indistintas; o que interessa é promover uma ação concentrada do seu conjunto e também de cada uma delas a serviço do desenvolvimento de competências gerais que dependem do conhecimento disciplinar. Alguns exemplos poderão ilustrar

a idéia de que a perspectiva interdisciplinar de conteúdos educacionais apresentados com contexto, no âmbito de uma ou mais áreas, não precisa necessariamente de uma reunião de disciplinas, pois pode ser realizada numa única.

1. Uma aula de Química, disciplina da área de Ciências da Natureza e Matemática, ao tratar da ocorrência natural e da distribuição geográfica de determinados minérios de importância econômica, assim como dos métodos de extração e purificação, poderá estar lidando com aspectos políticos, econômicos e ambientais aparentemente pertinentes a disciplinas da área de Ciências Humanas, ao mesmo tempo que estará desenvolvendo o domínio de nomenclaturas e linguagens que poderiam ser atribuídas à área de Linguagens e Códigos, transcendendo assim a intenção formativa tradicionalmente associada ao ensino da Química. Nessa aula, a mineração tratada pode ser a do ferro, a partir de hematita ou de magnetita, voltada à produção de aço, quando se poderá discutir a oferta regional de carvão, lado a lado com o impacto ambiental da mineração e do processamento. Se a mineração tratada for a de bauxita e for discutido seu processamento, envolvendo métodos eletrolíticos para a produção do alumínio, poderão ser tratados aspectos energéticos – como a disponibilidade e o custo regional da energia elétrica – ou ambientais, como a disposição dos rejeitos industriais resultantes do processamento.

Não é necessário que a temática dos recursos naturais constitua explicitamente um projeto interdisciplinar, ainda que certamente sirva para isso. Um estudo envolvendo a referida aula de Química pode servir para um projeto, com todas as disciplinas, que uma escola próxima a Carajás talvez queira desenvolver, sob a perspectiva da economia regional, ou que um grupo de escolas de Minas Gerais queira conduzir, associado ao nome desse estado, com ênfase histórica, geográfica ou ambiental, analisando entre outras coisas o desbaste das montanhas cujo perfil um dia justificou o nome de Belo Horizonte. São muito estimulantes projetos como esses, mas nem sempre possíveis. É importante perceber que, no interior de uma única disciplina, como a Química, um certo conteúdo pode ser desenvolvido com uma perspectiva intra-área, em seus aspectos energéticos e ambientais, ou com uma perspectiva interáreas, em seus aspectos históricos, geográficos, econômicos e políticos, ou mesmo culturais e de linguagens, sem precisar de um acordo interdisciplinar envolvendo diferentes professores.

2. Uma aula de Língua Portuguesa, disciplina que integra a área de Linguagens e Códigos, ao tratar dos gêneros narrativos ou descritivos, pode fazer uso de relatos de fatos históricos, processos sociais ou descrições de experimentos científicos. Na realidade, textos dessa natureza são hoje encontráveis em jornais diários e em publicações semanais, lado a lado com a crônica política ou policial. Da mesma forma, ao tratar dos gêneros literários, pode trazer a discussão de modelos explicativos, de análises críticas e de hipóteses de relações causais, do contexto das ciências humanas ou das ciências naturais, com facilidade encontrados no material didático das disciplinas da área de Ciências Humanas ou da área de Ciências da Natureza e Matemática. Especificamente na relação com a Matemática, seria próprio do ensino da língua o exercício de analisar a transcrição de um problema real, de sentido financeiro, tecnológico ou social, originalmente formulado em linguagem cotidiana, para uma linguagem algébrica. É crescente, aliás, o número de atividades humanas em que essas transcrições entre linguagens são essenciais como, por exemplo, a utilização de indicadores numéricos e expressões gráficas, de estatísticas sociais ou de dados econômicos, para subsidiar análises e comentários de natureza política.

3. Na Matemática e nas Ciências, é rotineiro o uso da língua, em textos regulares, combinada com gráficos cartesianos e outras formas de representação, assim como códigos matemáticos e científicos se combinam às palavras do vernáculo, nos textos de economia. Nos teclados dos computadores, como o que está sendo utilizado para

redigir este texto, pode-se digitar o símbolo de porcentagem, "%", os sinais de maior, ">", de menor, "<", ou de mais, "+", respectivamente nas mesmas teclas acionadas para se escrever o número cinco, "5", o ponto ".", a vírgula "," e a igualdade "=". A Matemática, com seu ostensivo caráter de linguagem que se soma a seu caráter científico, facilita essa integração com as demais linguagens.

4. A disciplina de História, pertencente à área de Ciências Humanas, ao estudar o desenvolvimento econômico e social na modernidade, pode apresentar um panorama amplo da história das ciências e das técnicas nos últimos quatrocentos ou quinhentos anos, revelando em que medida a concentração de riqueza, em determinadas nações e em certos períodos, determinou sua capacidade de investimento científico-cultural e, vice-versa, em que medida sua cultura científica constitui vantagem estratégica. Ao estabelecer-se um paralelismo possível entre poder político ou econômico e desenvolvimento científico-tecnológico e cultural, desde a Renascença até a presente "era do conhecimento", incluindo, portanto, as três revoluções industriais, se estaria descortinando, ao longo do tempo, o cenário global em que o complexo científico-tecnológico se originou e evoluiu.

Tanto no aprendizado de história quanto no de ciências é possível compreender como, em determinados períodos e circunstâncias, o conhecimento técnico-científico se mostrou mais determinante para o domínio militar, discutindo até mesmo aspectos éticos dos meios de destruição em massa, e como, em outros períodos, foi mais essencial para a hegemonia econômica, ou como, em geral, ambos esses domínios freqüentemente se sobrepõem. As máquinas térmicas, na revolução industrial inglesa, a tecnologia nuclear, na segunda guerra mundial e na "guerra fria", os semicondutores e a informática, na terceira revolução industrial, são só alguns exemplos. Esse exercício histórico daria aos estudantes uma oportunidade de questionar e compreender melhor processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos e, além disso, auxiliaria a construir uma visão das Ciências da Natureza associada a outras dimensões da vida humana.

5. A História é também história do conhecimento científico-tecnológico e matemático, e ainda história da cultura, em todos os sentidos dessa palavra, desde cultura da alimentação, do vestuário e de regras de convívio, até cultura literária, artística e humanista. A Literatura, particularmente, além de sua específica constituição estética, é um campo riquíssimo para investigações históricas realizadas pelos estudantes, estimulados e orientados pelo professor, permitindo reencontrar o mundo sob a ótica do escritor de cada época e contexto cultural: Camões ou Machado de Assis; Cervantes ou Borges; Shakespeare ou Allan Poe; Goethe ou Thomas Mann; Dante ou Guareschi; Molière ou Stendhal. Esse exercício com a literatura pode ser acompanhado de outros, com as artes plásticas ou a música, investigando as muitas linguagens de cada período. Alguns alunos poderão pesquisar, em romances ou em pinturas, a história dos esportes, dos transportes, das comunicações, dos recursos energéticos, da medicina, dos hábitos alimentares, dos costumes familiares, das organizações políticas. Cruzar as fronteiras de áreas do conhecimento, neste caso a interface com a área das Linguagens e Códigos, só enriquecerá o trabalho da História, tanto de um ponto de vista conceitual – do que se aprende – quanto do metodológico – da forma de se aprender.

Os exemplos tratados procuram ilustrar a possibilidade de uma disciplina de uma área poder tratar, com contexto e interdisciplinaridade, de um tema que lhe é próprio, sem a necessidade de, no mesmo período, outras disciplinas estarem tratando dos mesmos temas. Isso não significa que tais projetos coletivos não possam ser desenvolvidos, nem que cada professor deva ser deixado isolado, na procura e no desenvolvimento de temas como os acima exemplificados. Além do esforço de

qualificação docente, para facilitar ou mesmo possibilitar tais desenvolvimentos, é importante uma atitude coletiva dos professores e da comunidade, estimulada e apoiada pela direção escolar, no sentido de se elaborar e desenvolver um projeto pedagógico de escola no qual os objetivos educacionais, entre os quais o de promoção de competências humanas mais amplas, estejam traduzidos em práticas formativas de cada uma das disciplinas e de seu conjunto. Um dos domínios dessa articulação é o que se dá entre diferentes áreas do conhecimento, como se tentou mostrar anteriormente; o outro domínio é o da articulação no interior de cada área, como será mostrado a seguir.

A articulação entre as disciplinas em cada uma das áreas

Aparentemente, seria bem mais fácil estabelecer uma articulação entre as disciplinas de uma mesma área do que entre áreas diferentes, pois há elementos de identidade e proximidade no interior de cada uma. Há uma temática comum, que é a própria definição da área, e há conceitos comuns decorrentes disso, como as noções de escala, nas Ciências e na Matemática, de estilo, nas Linguagens e Códigos, ou as diferentes noções de cultura, nas Ciências Humanas. Há ainda procedimentos comuns, como a experimentação praticada nas ciências da natureza, ou como as técnicas de entrevistas e levantamentos, de algumas das ciências humanas, e há aspectos metodológicos comuns, como os exercícios de criação, nas linguagens e nas artes.

A despeito de todas estas convergências, para se compor um programa de trabalho articulado em uma área, há difíceis obstáculos que precisam ser transpostos. Primeiro, é preciso encontrar os pontos de contato reais entre as disciplinas da área, a exemplo dos acima enumerados. Em seguida, a partir desses pontos, é preciso estabelecer as pontes e o trânsito entre as disciplinas, que nem sempre interligarão todas elas da mesma forma. Finalmente, é preciso identificar, analisar e desfazer falsas semelhanças, traduzir linguagens diferentes usadas para o mesmo objeto ou distinguir linguagens iguais usadas para identificar conceitos diferentes. Em suma, há que se compreender e trabalhar convergências e divergências, reais ou aparentes, determinar e desenvolver temáticas e métodos comuns e, com esse conhecimento, preparar o trabalho de cada disciplina e de seu conjunto.

Essa articulação interdisciplinar intra-área não deveria ser vista simplesmente como um produto novo, a ser apresentado à escola, pois, sob certos aspectos, é uma dívida antiga que se tem com o aluno. Uma parcela dessa dívida poderia ser paga com a apresentação de uma linguagem e da nomenclatura realmente comuns entre várias das disciplinas. Por exemplo, quando na Biologia se fala em energia da célula, na Química se fala em energia da reação e na Física em energia da partícula, não basta que tenham a mesma grafia ou as mesmas unidades de medida. São tratados em contextos tão distintos os três temas, que o aluno não pode ser deixado solitário no esforço de ligar as "coisas diferentes" designadas pela mesma palavra. O problema da escola é que, a despeito de estarem estas três energias relacionadas, nem mesmo os professores que usam esses termos estão à vontade para interpretar seu significado em outra disciplina além da sua. Enfim, com um objetivo mais pedagógico do que epistemológico, é preciso um esforço da escola e dos professores para relacionar as nomenclaturas e, na medida do possível, partilhar culturas.

Também alguns conceitos gerais nas ciências, como os de unidades e de escalas, ou de transformação e de conservação, presentes de diferentes formas na Matemática, na Biologia, na Física e na Química, seriam muito mais facilmente compreendidos e generalizados, se fossem objeto de um tratamento de caráter unificado feito de comum acordo pelos professores da área. Com certeza, são diferentes as conotações destes conceitos nas distintas disciplinas, mas uma interpretação unificada em uma tradução interdisciplinar enriqueceria a compreensão de cada uma delas.

Nas Ciências Humanas, a problemática da identidade, por exemplo, é objeto de estudo da Psicologia, da Sociologia, da Filosofia e da História e pelo estudo da linguagem específica com que tais áreas de conhecimento a formatam. Ela vai estar presente nas questões de afirmação e auto-estima do jovem estudante, no estudo antropológico das organizações familiares, das culturas alimentares, musicais ou religiosas, nas questões de identidade nacional diante da globalização cultural. Seu tratamento articulado, resultante de um entendimento entre professores de uma mesma escola, poderia promover um recíproco reforço no trabalho dessas e de outras disciplinas da área. As questões da identidade podem ser trabalhadas até mesmo em termos das "tribos", nas quais se associam alunos de muitas escolas urbanas em função de preferências musicais, de comportamento ou modo de vestir, da utilização peculiar que fazem de códigos comuns a toda a comunidade, como a língua portuguesa, facilitando a percepção de problemáticas sociais, antropológicas e psicológicas. Mas o que vale para uma escola metropolitana pode não valer para uma cidade do interior, e é cada região, ou mesmo cada escola, que será capaz de descobrir seus temas mais significativos.

Também por meio de um trabalho compartilhado, Geografia, História, Sociologia e Filosofia podem desenvolver um tratamento articulado da temática das disparidades econômicas e sociais, em sua atualidade e em sua gênese. Ao serem revistas as raízes de nossa sociedade, paralelamente ao estudo da história de outros povos, ao se compararem evolução de movimentos sociais e ordens econômicas com história das idéias políticas, podem ser desenvolvidos instrumentos que permitam aos estudantes discutir a ainda tão pouco compreendida sociedade pós-industrial, neste mundo em que internet, cereais transgênicos e veículos informatizados convivem com intermináveis guerras étnicas e religiosas, com o drama da África, o desmanche do Leste Europeu, o caldeirão do Oriente Médio, os impasses da América Latina, o desafio das reformas na China. Compreender o sentido dos grandes blocos econômicos e da "velha e da nova economia" pode ser parte de um mesmo exercício, que permitiria formular hipóteses, propostas e modelos em torno da possibilidade de se superar a exclusão social e econômica, dominante em grande parte do mundo.

A identidade cultural em associação com o conceito de estética pode articular também as disciplinas da área de linguagens e códigos. Por sua vizinhança e caráter complementar, artes ou jogos, literatura ou teatro, dança ou esporte, figura ou cena, música ou gesto podem ser apreendidos como integrantes de um todo expressivo, não como mero mosaico de formas de representação. A tradução de mensagens expressas em distintas linguagens, ou o uso concomitante de várias delas, pode, a um só tempo, desenvolver a sensibilidade artística e também dar instrumentos práticos e críticos, seja para compreender melhor os recursos da publicidade ou a intrincada sintaxe da linguagem jurídica.

Tanto o sentido cultural do aprendizado quanto o sentido prático podem ganhar muito em profundidade ou amplitude pela coordenação interdisciplinar dentro dessa área: a identificação da unidade cultural de um povo, em dada época, pode ser aprendida ao se comparar sua música, pintura, literatura, teatro e esportes; a leitura e a elaboração de manuais de instrução, ou de outros textos técnicos, se viabilizam e se completam pelo uso das linguagens textuais, gráficas e pictóricas combinadas. Os sistemas informatizados de edição de texto, de cuja análise e introdução como ferramenta se incumbe a informática, também facilitam muito a combinação dessas linguagens.

São incontáveis as propostas de articulação interdisciplinar no interior de cada área, ou cruzando fronteiras entre as três, a serviço do desenvolvimento de competências mais gerais. Os exemplos aqui evocados são umas poucas sugestões de como começar a construir essa articulação, que é só uma das dimensões em que é preciso atuar para subsidiar a reforma educacional iniciada há alguns anos, e que ainda tem um longo caminho a percorrer para mudar a realidade das escolas brasileiras.

O trabalho apresentado a seguir, detalhando propostas em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e apresentando possíveis organizações de conteúdo em cada disciplina, pode auxiliar a dar passos significativos nessa direção.

As Ciências da Natureza e a Matemática

Caracterização da área de conhecimento

Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma mesma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos. As disciplinas dessa área compõem a cultura científica e tecnológica que, como toda cultura humana, é resultado e instrumento da evolução social e econômica, na atualidade e ao longo da história.

Essa definição da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias também facilita a apresentação dos objetivos educacionais que organizam o aprendizado nas escolas do ensino médio em termos de conjuntos de competências. São eles: **representação e comunicação**; **investigação e compreensão**; e **contextualização sócio-cultural**, objetivos que convergem com a área de Linguagens e Códigos – sobretudo no que se refere ao desenvolvimento da representação, da informação e da comunicação de fenômenos e processos – e com a área de Ciências Humanas – especialmente ao apresentar as ciências e técnicas como construções históricas, com participação permanente no desenvolvimento social, econômico e cultural.

As características comuns à Biologia, à Física, à Química e à Matemática recomendam uma articulação didática e pedagógica interna à sua área na condução do aprendizado, em salas de aula ou em outras atividades dos alunos. Procedimentos metodológicos comuns e linguagens compartilhadas permitem que as competências gerais, traduzidas para a especificidade da área, possam ser desenvolvidas em cada uma das disciplinas científicas e, organicamente, pelo seu conjunto. Uma organização e estruturação conjuntas dos temas e tópicos a serem enfatizados em cada etapa também facilitarão ações integradas entre elas, orientadas pelo projeto pedagógico da escola.

Para se compor um programa de trabalho como o sugerido, inicialmente é preciso explicitar vínculos e aspectos comuns entre as disciplinas da área, assim como mostrar como as Ciências da Natureza e a Matemática traduzem as competências gerais. Isso vai ser esboçado a seguir e, a partir disso, se vai revelar, no conjunto e em cada uma das disciplinas, a maneira pela qual, juntamente com o aprendizado

do conhecimento específico, as competências gerais estarão sendo desenvolvidas. Isso será mais concretizado ao se organizar o programa de ensino das disciplinas em temas que estruturam o conhecimento disciplinar e, ao mesmo tempo, são um espaço com ênfases e características próprias de promoção de competências e habilidades.

Na elaboração do programa de ensino de cada uma das quatro disciplinas, está se levando em conta o fato de que elas incorporam e compartilham, de forma explícita e integrada, conteúdos de disciplinas afins, como Astronomia e Geologia. Da mesma forma, aspectos biológicos, físicos, químicos e matemáticos, presentes nas questões tecnológicas, econômicas, ambientais ou éticas das relações interpessoais e do sistema produtivo e dos serviços, serão tratados como contexto em que se desenvolve o conhecimento científico, e não em separado, como apêndices ou aplicações de uma ciência básica.

Recomendações aos professores e escolas, quanto a procedimentos e métodos da didática das ciências, já estarão sendo encaminhadas, à medida que se estruturam as propostas, e serão novamente apresentadas ao serem tratados os temas que estruturam o trabalho de cada disciplina. O mesmo vale para orientações relativas à formação ou capacitação de professores, compatíveis com o enfoque adotado, pois em parte já decorrem da proposta de ensino, mas podem merecer recomendações específicas ao se considerarem os conhecimentos científicos ou as habilidades didáticas necessários à condução do ensino nos termos aqui propostos, mas reconhecidamente não presentes em muitos dos cursos de formação hoje oferecidos.

As competências gerais no aprendizado das Ciências da Natureza e da Matemática

As competências gerais, que orientam o aprendizado no ensino médio, devem ser promovidas pelo conjunto das disciplinas dessa área, que é mais do que uma reunião de especialidades. Respeitando a diversidade das ciências, conduzir o ensino dando realidade e unidade é compreender que muitos aprendizados científicos devem ser promovidos em comum, ou de forma convergente, pela Biologia, pela Física, pela Química e pela Matemática, a um só tempo reforçando o sentido de cada uma dessas disciplinas e propiciando ao aluno a elaboração de abstrações mais amplas.

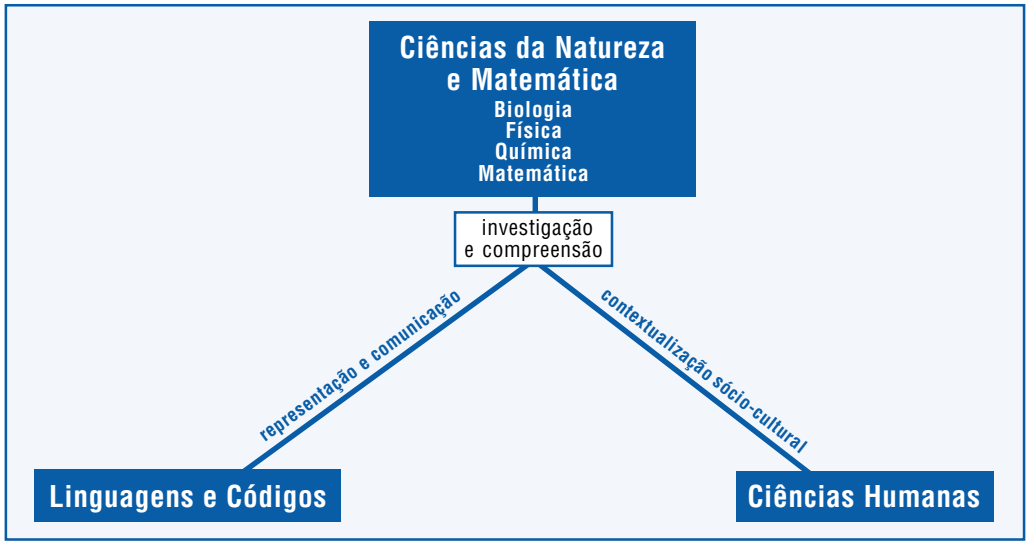
O domínio de linguagens, para a representação e a comunicação científico-tecnológicas, é um campo comum a toda a ciência e a toda a tecnologia, com sua nomenclatura, seus símbolos e códigos, suas designações de grandezas e unidades, boa parte dos quais já incorporada à linguagem cotidiana moderna. A articulação dessa nomenclatura, desses códigos e símbolos em sentenças, diagramas, gráficos, esquemas e equações, a leitura e interpretação destas linguagens, seu uso em análises e sistematizações de sentido prático ou cultural, são construções características dessa área de conhecimento, mas hoje integram um instrumental igualmente necessário para atividades econômicas e para o pensamento social. Por isso, o desenvolvimento de códigos e linguagens em ciência e tecnologia deve ser tomado como um aspecto formativo de interesse amplo, ou seja, no ensino de cada disciplina científica, esse desenvolvimento não está somente a serviço dessa determinada ciência ou das ciências, mas sim promovendo uma competência geral de **representação e comunicação**.

O conhecimento do sentido da investigação científica, de seus procedimentos e

métodos, assim como a compreensão de que estão associados à continuidade entre eles e os métodos e produção tecnológicos, é algo que se desenvolve em cada uma das disciplinas da área e no seu conjunto. Isso se traduz na realização de medidas, na elaboração de escalas, na construção de modelos representativos e explicativos essenciais para a compreensão de leis naturais e de sínteses teóricas. A distinção entre modelo e realidade, entre interpretação e fenômeno, o domínio dos conceitos de interação e de função, de transformação e conservação, de evolução e identidade, de unidade e diversidade, de equivalência e complementaridade, não são prerrogativas desta ou daquela ciência, são instrumentos gerais, desenvolvidos em todo o aprendizado científico, que promovem, como atributo da cidadania, a competência geral de **investigação e compreensão.**

O contexto em que se desenvolvem e se aplicam os conhecimentos científicos e tecnológicos, hoje ou no passado, não é essencialmente diferente para cada uma das disciplinas da área, e o caráter histórico da construção desses conhecimentos é também um traço geral. Pode haver especificidades nos aspectos éticos envolvendo, por exemplo, a física das radiações, a química da poluição, a biologia da manipulação gênica, ou a matemática do cálculo de juros, mas o conhecimento disciplinar é, em qualquer caso, recurso essencial para um desígnio humano comum. As fases distintas das diferentes especialidades, em termos da história dos conceitos ou de sua interface tecnológica, não impedem que a história das ciências seja compreendida como um todo, dando realidade a uma compreensão mais ampla da cultura, da política, da economia, no contexto maior da vida humana. Por tudo isso, a contextualização sócio-cultural das ciências e da tecnologia deve ser vista como uma competência geral, que transcende o domínio específico de cada uma das ciências.

Pode-se apresentar, como primeira síntese, um diagrama que expressa como a área das Ciências da Natureza e da Matemática se articula com a área de Linguagens e Códigos, sobretudo através do desenvolvimento das competências de **representação e comunicação,** e com a área de Ciências Humanas, especialmente pelo desenvolvimento das competências de **contextualização sócio-cultural**. Neste mesmo diagrama, vê-se de que forma as várias disciplinas da área igualmente se interligam por essas duas competências gerais e também pela de **investigação e compreensão:**



Linguagens partilhadas pelas ciências

Para se conduzir o ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, além da consciência de que, em cada aula de cada ciência, se desenvolvem linguagens, se realizam investigações e se apresentam contextos, é preciso que o professor tenha a percepção de linguagens comuns entre a sua disciplina e as demais de sua área para auxiliar o aluno a estabelecer as sínteses necessárias a partir dos diferentes discursos e práticas de cada uma das disciplinas. Isso propicia a composição de uma idéia mais ampla de Ciência para além das diferentes ciências, de forma que os instrumentos gerais de pensamento reforcem e ampliem os instrumentos particulares. Alguns exemplos podem ilustrar isso melhor.

A explicitação de linguagens, usadas em comum por diferentes disciplinas científicas, permite ao aluno perceber sua universalidade e também distinguir especificidades desses usos. Um exemplo disso é o uso do logaritmo, operação que dá origem a funções matemáticas, mas que também é linguagem de representação em todas as ciências. Ao se ensinar este conceito, operação ou função, o professor de Matemática, inicialmente, mostra que dez milhões – 10.000.000 – é dez vezes dez, sete vezes seguidas, ou seja, dez à potência 7, ou seja, 10^7. Uma operação inversa é o logaritmo na base 10, ou seja, $\log_{10}(10.000.000)=7$, que, conhecido o número dez milhões, determina qual a potência de 10 que resulta nele.

Esse aprendizado, no entanto, perderia contexto se não se explicitasse a importância dos logaritmos, em questões tecnológicas e em outras ciências, para expressar grandezas cujo intervalo de variação é exponencial. Por exemplo, o ouvido humano pode ouvir ruídos um trilhão de vezes menores do que o mais intenso a que resiste, no limite da dor. Para conseguir abranger esse imenso intervalo criou-se, a partir da potência sonora, a escala logarítmica de decibéis. Usando essa escala, pode-se situar sons com intensidades variando de 1 a 1 trilhão em um gráfico com só treze divisões, e não um trilhão delas.

Também é logarítmica a escala Richter dos abalos sísmicos. Um aluno que compreender o caráter logarítmico dessa escala saberá que um terremoto caracterizado pelo nível 7 não tem uma intensidade só acrescida em 3, relativamente a um abalo de nível 4, mas sim mil vezes esta intensidade, ou seja, multiplicada por 10^3. Usa-se ainda uma escala logarítmica para definir o pH de substâncias, coeficiente que caracteriza a condição mais ácida ou mais básica de soluções. Também populações de microorganismos podem variar exponencialmente, tornando a escala logarítmica igualmente conveniente em Biologia.

Estas sugestões, que por acaso envolveram funções logarítmicas, poderiam ter envolvido funções trigonométricas, exponenciais ou distribuições estatísticas. Não só o professor de Matemática deve estar atento para ilustrar a utilidade dos instrumentos de representação que ensina, mas qualquer professor que estiver fazendo uso, em sua disciplina, de uma linguagem matemática já pode defini-la e ensiná-la sem esperar que o professor de Matemática seja o primeiro a desenvolver uma linguagem de uso amplo em todas as ciências. Cada professor deveria elaborar uma lista das linguagens, não só matemáticas, e estabelecer como regra de conduta promover o aprendizado delas entre seus alunos, não apenas como meio para o aprendizado de sua disciplina, mas como competência mais geral, instrumento para a vida.

De forma geral, o desenvolvimento de competências nesse domínio da

representação e comunicação envolve, em todas as disciplinas da área: o reconhecimento, a utilização e a interpretação de seus códigos, símbolos e formas de representação; a análise e a síntese da linguagem científica presente nos diferentes meios de comunicação e expressão; a elaboração de textos; a argumentação e o posicionamento crítico perante temas de ciência e tecnologia. Uma possível síntese dessas competências é a do quadro abaixo.

Representação e comunicação
Símbolos, códigos e nomenclaturas Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.
Articulação dos símbolos e códigos Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.
Elaboração de comunicações Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.
Discussão e argumentação de temas de interesse Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.

Instrumentos de investigação utilizados em comum pelas várias ciências

A necessária articulação entre as disciplinas da área de conhecimento para a promoção das competências gerais certamente inclui o desenvolvimento de instrumentos de investigação comuns, como conceitos e procedimentos partilhados pelas várias ciências, na **investigação e compreensão** de diferentes processos naturais.

Conceitos, como os de unidade, escala, transformação ou conservação, têm semelhanças e diferenças na forma com que são tratados pelas distintas ciências. Uma discussão geral de certos métodos, procedimentos e investigações, que são instrumental comum das várias ciências, pode ser ilustrada com a variedade de formas pelas quais desenvolvem os conceitos de igualdade e variação, de conservação e transformação ou, analogamente, de unidade e diversidade, de identidade e evolução, revelando elementos comuns ou distintos, sob codificações aparentemente idênticas.

Mesmo no interior de uma mesma disciplina, como a Matemática, as igualdades e variações podem ter muitos significados, relativamente distintos. Equações algébricas, apresentadas abstratamente em matemática como, por exemplo, $y=3x-2$ ou $y=x^{2,}$ expressam, a um só tempo, a possibilidade de variações nas funções de ambos os lados de cada equação

e a igualdade ou equivalência entre ambos estes lados que contêm elementos com significados efetivamente distintos. A primeira das expressões poderia representar a conversão de uma moeda em outra, numa casa de câmbio, onde 3 seria a taxa de câmbio do dia, e 2, a tarifa fixa cobrada pela operação. A outra igualdade poderia estar representando a área de uma sala quadrada de lado x. Em um caso como no outro as convenções, unidades e códigos precisam ser claramente explicitados. Numa outra situação, se quiséssemos investigar a igualdade numérica entre as duas expressões, ela poderia ter uma interpretação geométrica, ou seja, os valores de x que a satisfazem são os cruzamentos da reta, representada pelo termo 3x-2, com a parábola representada pelo quadrado de x. A mesma expressão, no entanto, pode estar simplesmente apresentando uma "equação de segundo grau", x^2-3x+2=0, cujas soluções, ou raízes, seriam 1 e 2, ou seja, x^2-3x+ 2 = (x-1)(x-2).

Expressões como a analisada acima podem estar, em diferentes ciências, representando igualdade e variação, assim como podem também estar representando transformação e conservação. Em Física, por exemplo, o balanço energético de um processo pode ser representado por uma igualdade algébrica, que é expressão de uma transformação e de uma conservação da energia. Assim, quando, para se relacionar energias de um objeto largado de uma certa altura, se escreve mg (h_2-h_1)=mv^2/2, não há identidade entre o lado direito e o esquerdo, pois o que se está registrando é uma transformação de energia potencial em cinética, por exemplo, quando a massa de um bate-estaca perde altura e adquire maior velocidade em queda livre. Essa transformação de um tipo de energia em outro estaria representando, ao mesmo tempo, a conservação da energia mecânica quando sua dissipação em calor, pelo atrito, é desprezível.

Em Química, transformação e conservação podem também ser apresentadas por meio de expressões matemáticas, como nas equações químicas, em que a igualdade representa uma transformação química, com diferentes substâncias de cada lado da equação, cujos coeficientes numéricos também expressam uma conservação material, o fato de que nenhum átomo desapareceu ou surgiu, mas simplesmente combinou-se de outra forma, em outra substância. Tanto quanto na Física, a conservação da energia é também levada em conta e mesmo sinalizada, indicando se a reação faz uso de energia para ocorrer ou, pelo contrário, se a libera.

Para as questões da vida, "transformação e conservação" se apresentam de outras maneiras. Por exemplo, a geração da biodiversidade no processo evolutivo ou sua redução nas mudanças ambientais ocorrem conservando algo, que poderia ser denominado "biounidade", que é o fato de a base estrutural da vida ser sempre a mesma, desde que se tem notícia da existência de vida. A biologia molecular escreve as frases fundamentais da vida, no DNA, com letras ou tijolos elementares já mais complexos, os nucleotídeos. Essas poucas letras se combinam três a três, formando palavras, que codificam cerca de duas dezenas de aminoácidos. O código genético é essa "linguagem natural" que traduz "letras nucléicas" em "palavras aminoácidos", de cuja combinação depende a formação de proteínas. "Versos completos", no DNA, correspondem a genes, que são estruturas funcionais mais elaboradas, e assim vai se organizando a complexidade dos organismos vivos. Ainda em Biologia, a transformação relacionada à produção da diversidade biológica depende do fenômeno chamado mutação, que pode acontecer, por exemplo, por um "acidente químico" que introduza um nucleotídeo numa posição da "frase genética" onde ele antes não estava. Nessa transformação, contudo, conservam-se os aspectos essenciais da vida: há a conservação das letras, dos já complexos tijolos elementares, e há a conservação do código genético,

ou seja, da regra de combinação das letras em palavras que façam sentido.

A energia é um exemplo importante de um conceito comum às distintas ciências, instrumento essencial para descrever regularidades da natureza e para aplicações tecnológicas. Na Física, pode ser apresentada em termos do trabalho mecânico necessário para impelir ou para erguer objetos, quando se calcula a energia cinética do movimento de um projétil ou veículo, ou a energia potencial da água numa barragem. Ainda na Física, ao se estudar processos térmicos, a energia é apresentada como propriedade interna de sistemas, como a energia do vapor d'água que, em uma caldeira, recebeu calor do queimador e se expandiu para realizar trabalho. Trabalho ou calor, estado de movimento ou energia interna, tudo se pode medir nas mesmas unidades, joules ou calorias, conversíveis umas em outras. É preciso, contudo, traduzir e relacionar as diferentes energias de movimento, de radiação, de posição, até mesmo para mostrar que se convertem umas nas outras, se degradam, mas se conservam em sua soma. A falta de unificação entre os conceitos de energia pode resultar em uma "colcha de retalhos energética", a ser memorizada, das energias mecânica e térmica, luminosa, sonora, química, nuclear e tantos outros adjetivos, alguns pertinentes, outros não. Na Biologia e na Química, as energias não são menos importantes e nem menos variadas em suas designações e, no fundo, se trata da mesma energia da Física. Nas reações químicas em geral e na fotossíntese em particular, a energia tem o mesmo sentido utilizado na Física, mas raramente se dá um tratamento unificado que permita ao aluno compor para si mesmo um aprendizado coerente.

Expressar essas muitas manifestações da energia nas mesmas unidades, como joule ou caloria, não basta para realmente relacionar a energia cinética da partícula, o calor liberado na combustão do álcool, ou as atividades de cloroplastos e de mitocôndrias no interior de células vivas. É preciso um esforço consciente dos professores das três disciplinas para que o aluno não tenha de fazer sozinho a tradução dos discursos disciplinares ou, o que é pior, concluir que uma energia não tem nada a ver com a outra.

Todas as ciências, como vimos, tratam transformações e conservações, ao sistematizar regularidades naturais em seus domínios de investigação. Tanto quanto na Física e na Química, também na Biologia valem as leis de conservação da matéria e da energia, mas a sua conservação característica é a das bases elementares da vida, pois não há nenhuma forma de vida conhecida que se escreva com outras "letras", ou que use outro código. Essa complexidade extra da Biologia, porque assim é a vida, não isenta os seres vivos de obediência aos mesmos princípios de conservação que regem as reações químicas e os processos físicos. Isso ilustra, mais uma vez, por que a área de Ciências da Natureza e Matemática deve promover a compreensão das semelhanças e diferenças entre os instrumentos e conceitos desenvolvidos e utilizados nas várias especialidades, explicitando o âmbito de validade das leis específicas e o sentido geral dos princípios universais.

O conjunto das competências de **investigação e compreensão** é relativamente mais amplo, também constituído por: identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e cálculos; interpretação e utilização de modelos explicativos das diferentes ciências; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber. O quadro na página seguinte procura sintetizar esse conjunto.

Investigação e compreensão
Estratégias para enfrentamento de situações-problema Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.
Modelos explicativos e representativos Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

A contextualização no ensino das ciências

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, hidroeletricidade, termeletricidade, 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 históricos 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 sócio-cultural 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 discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo, como sinaliza e exemplifica o quadro seguinte.

Contextualização sócio-cultural
Ciência e tecnologia na história Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.
Ciência e tecnologia na atualidade Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

A natural relação entre interdisciplinaridade e contexto pode levar à conclusão apressada de que seria mais difícil a presença do contexto no aprendizado de uma única disciplina. O fato de o contexto ser usualmente transdisciplinar não dificulta seu tratamento em cada disciplina. Isso deveria ser objeto de atenção na preparação para o ensino, por exemplo, ao se sistematizarem e organizarem os temas, em torno dos quais se conduz o aprendizado disciplinar que chamamos de temas estruturadores do ensino.

Como veremos nos seguintes exercícios de organização do ensino em cada uma das disciplinas da área, o universo de investigação da Biologia, a **Biosfera**, dará contexto a um dos temas estruturadores da Química, ao passo que **Qualidade de vida**, que é um tema da Biologia, trará em seu contexto elementos da Física e da Química do ambiente humano. A Física, por sua vez, em seu tema estruturador **Terra, Universo e vida humana**, porá em discussão as condições físicas para o surgimento da vida, e, portanto, da biosfera, aqui na Terra ou em outras partes, num contexto maior, que é o da evolução cósmica. A Matemática, linguagem onipresente, distribuirá transversalmente às demais ciências seus temas estruturadores, relacionados respectivamente aos números, às formas e à análise de dados.

Parte dos contextos tem sentido e alcance praticamente universais, podendo assim ser evocados em qualquer circunstância e escola. Haveria, contudo, um interesse especial em serem trabalhados contextos mais afins com a realidade ou situação particular, envolvendo uma certa escola e sua região ou comunidade. Também por isso, a organização do ensino que se vai apresentar, a seguir, para cada disciplina da área e para seu conjunto, não deve ser tomada como seleção única de conteúdos, do tipo currículo mínimo ou currículo máximo, sequer como estruturação e ordenamento oficiais ou centralmente recomendados. Como dissemos, trata-se de exercícios, neste caso feitos para disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que podem subsidiar o ensino de cada uma delas e, juntamente com exercícios feitos pelas disciplinas das demais áreas, em volumes paralelos a este, poderão ser também importantes como sugestões para auxiliar na organização de projetos pedagógicos em nossas escolas.

Biologia

Diariamente grande quantidade de informações veiculadas pelos meios de comunicação se refere a fatos cujo completo entendimento depende do domínio de conhecimentos científicos. Nesses últimos anos, em especial, os conhecimentos biológicos têm, por essa via, estado presentes em nossa vida com uma freqüência incomum, dado o avanço dessa ciência em alguns de seus domínios. A linguagem científica tem crescentemente integrado nosso vocabulário; termos como DNA, cromossomo, genoma, clonagem, efeito estufa, transgênico não são completamente desconhecidos dos indivíduos minimamente informados. Como notícia política, como notícia econômica, como parte de uma discussão ética, assuntos biológicos cruzam os muros acadêmicos e são discutidos em jornais e revistas de grande circulação ou em programas de entretenimento veiculados pela tevê ou pelo rádio.

Em uma mesma página de jornal, podemos encontrar mais que uma notícia relacionada a temas biológicos como mostram as frases abaixo, títulos de três reportagens diferentes, publicadas em um único dia.

Estudo mostra que custo de combate ao efeito estufa seria diluído na cifra do crescimento global projetado para 2100

Bioética

Ministro apóia clonagem terapêutica

Transgênicos

Aprovada obrigatoriedade de licença ambiental

Dominar conhecimentos biológicos para compreender os debates contemporâneos e deles participar, no entanto, constitui apenas uma das finalidades do estudo dessa ciência no âmbito escolar. Há outras. As ciências biológicas reúnem algumas das respostas às indagações que vêm sendo formuladas pelo ser humano, ao longo de sua história, para compreender a origem, a reprodução, a evolução da vida e da vida humana em toda sua diversidade de organização e interação. Representam também uma maneira de enfrentar as questões com sentido prático que a humanidade tem se colocado, desde sempre, visando à manutenção de sua própria existência e que dizem respeito à saúde, à produção de alimentos, à

produção tecnológica, enfim, ao modo como interage com o ambiente para dele extrair sua sobrevivência.

Por tais características, aprender Biologia na escola básica permite ampliar o entendimento sobre o mundo vivo e, especialmente, contribui para que seja percebida a singularidade da vida humana relativamente aos demais seres vivos, em função de sua incomparável capacidade de intervenção no meio. Compreender essa especificidade é essencial para entender a forma pela qual o ser humano se relaciona com a natureza e as transformações que nela promove. Ao mesmo tempo, essa ciência pode favorecer o desenvolvimento de modos de pensar e agir que permitem aos indivíduos se situar no mundo e dele participar de modo consciente e conseqüente.

Para que isso ocorra, nos primeiros ciclos do ensino fundamental, os estudantes devem ser estimulados a observar e conhecer os fenômenos biológicos, a descrevê-los utilizando alguma nomenclatura científica, a elaborar explicações sobre os processos e confrontá-las com explicações científicas. Conforme apontam os PCNEM, "[...] é uma aprendizagem, muitas vezes lúdica, marcada pela interação direta com os fenômenos, os fatos e as coisas".

Nesse momento da escolarização, os alunos ampliam, portanto, seu entendimento sobre os fenômenos biológicos, os seres vivos, seu corpo, sua sexualidade, sua saúde e sobre os usos, pela sociedade, dos produtos científicos e dos recursos tecnológicos.

Nos ciclos finais do ensino fundamental, os alunos sistematizam concepções científicas mais estruturadas em relação aos seres vivos, ao ambiente, ao corpo humano, à qualidade de vida das populações e aos sistemas tecnológicos. Desenvolvem, portanto, capacidades específicas que lhes permitem compreender a história evolutiva dos seres vivos, caracterizar a diversidade da vida no planeta, reconhecer situações de desequilíbrio ambiental, avaliar a eficácia de métodos de intervenção, reconhecer a importância de se conservar o meio. Ampliam também suas capacidades de valorizar os cuidados com o próprio corpo, de entender que a sexualidade é algo inerente à vida e à saúde e de compreender que boas condições de moradia, saneamento, trabalho, transporte, lazer, alimentação são essenciais para o bem-estar de todos nós, tanto quanto a ausência de doenças. É nesse nível, ainda, que os alunos aprendem a estabelecer relações entre necessidades sociais, evolução das tecnologias e degradação ambiental.

Esse conhecimento maior sobre a vida e a vida humana que a escola fundamental propicia, tal como sublinham os PCNEM, permite ao aluno posicionar-se frente a questões polêmicas como as que tratam da ocupação urbana desordenada, dos desmatamentos e a conseqüente redução da biodiversidade na biosfera, ou da manipulação do DNA. Um conhecimento maior sobre seu próprio corpo, por sua vez, pode contribuir para a formação da auto-estima, como também para o desenvolvimento de comportamentos de respeito ao próprio corpo e aos dos outros, para o entendimento da saúde como um valor pessoal e social e para a compreensão da sexualidade humana sem preconceitos.

No ensino médio, essa perspectiva deve ter continuidade. Os PCNEM assinalam que a apropriação dos códigos, dos conceitos e dos métodos de cada uma das ciências deve servir para "[...] ampliar as possibilidades de compreensão e participação efetiva nesse mundo" e, dessa forma, desenvolver o saber científico e

tecnológico como "[...] condição de cidadania, e não como prerrogativa de especialistas".

Por essa diretriz, o ensino das disciplinas científicas se reorienta para uma prática pedagógica que procura desenvolver nos alunos competências e habilidades. Mas o que significam as competências? Como traduzi-las na prática do ensino das disciplinas, no caso da Biologia?

Tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia –, e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado.

Assim, por exemplo, quando se ensina Genética na escola média, comumente se procura familiarizar os alunos com os códigos próprios dessa ciência, seus métodos experimentais e, de modo geral, não vai para além dessa abordagem. Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA.

Do mesmo modo, os estudos zoológicos (ou botânicos), para citar outro exemplo, privilegiam a classificação, a anatomia e a fisiologia comparadas. Os animais (e os vegetais) são abstraídos de seus ambientes e as interações que estabelecem com outros seres vivos, geralmente, são ignoradas. Discute-se a evolução anatômica dos aparelhos captadores de oxigênio (pulmões, brânquias), ou filtradores do sangue (rins, nefrídios), desconsiderando o ambiente em que essa evolução se deu. Trabalham-se as características dos grandes grupos de seres vivos, sem situá-los nos ambientes reais, sem determinar onde vivem, com quem efetivamente estabelecem relações, sem, portanto, tratar de questões essenciais como distribuição da vida na Terra, uso sustentável da biodiversidade, expansão das fronteiras agrícolas, desafios da sustentabilidade nacional. Com isso, deixam de ser desenvolvidos saberes práticos importantes para o estudante exercer sua cidadania.

Uma abordagem por competências recoloca o papel dos conhecimentos a serem aprendidos na escola. Eles se tornam recursos para que o indivíduo, diante de situações de vida, tome uma decisão, identifique ou enfrente um problema, julgue um impasse ou elabore um argumento. Assim, conhecimentos biológicos, relacionados a citologia e genética, por exemplo, deverão instrumentalizar o aluno para que, diante de uma situação real, como a decisão de um ministro de apoiar a clonagem terapêutica, publicada no jornal e anteriormente citada, seja capaz de se posicionar, ou, pelo menos, apontar, de maneira fundamentada, argumentos pró e contra a decisão. É por essa razão, ou seja, porque se aprende e se percebe o aprendido apenas em situações reais, que, numa abordagem por competências, o contexto e a interdisciplinaridade são essenciais.

Os PCNEM privilegiam as competências voltadas para o domínio das linguagens

científicas e suas representações, para a **investigação e compreensão** científica e tecnológica e para os aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos que, no âmbito da Biologia, podem se traduzir como apresentado a seguir.

As competências em Biologia

Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência 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. Partindo das competências gerais estabelecidas pelos PCNEM, relativamente às disciplinas da área das Ciências da Natureza, detalhamos a seguir uma possível correspondência para as competências na área e em Biologia, seguidas de alguns exemplos explicativos.

Expressão e comunicação	
Na área	**Em Biologia**
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma escrita e oral, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer em diferentes tipos de texto – jornais, revistas, livros, outdoors, embalagens e rótulos de produtos, bulas de remédio – e mesmo na mídia eletrônica os termos, os símbolos e os códigos próprios das ciências biológicas e empregá-los corretamente ao produzir textos escritos ou orais.
Articulação de dados, símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. Por exemplo, transformar em gráficos as estatísticas de saúde pública referentes à incidência de doenças infecto-contagiosas em regiões centrais de grandes centros, comparando-as com as de regiões periféricas. Correlacionar esses dados com outros relativos às condições sócio-econômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações. • Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e	• Interpretar indicadores de saúde pública e de desenvolvimento humano tornados públicos na mídia

comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	para compreender seu significado e a condição desigual de vida das populações humanas. • Avaliar a procedência da fonte de informação para analisar a pertinência e a precisão dos conhecimentos científicos veiculados no rádio, na tevê, nos jornais, nas revistas e nos livros e que se destinam a informar o cidadão ou a induzi-lo ao consumo, principalmente quando se tratar de assuntos relacionados à saúde, como o uso de medicamentos e de alimentos, para distinguir informação fundamentada da simples propaganda. • Utilizar-se de diferentes meios – observação por instrumentos ou à vista desarmada, experimentação, pesquisa bibliográfica, entrevistas, leitura de textos ou de resenhas, trabalhos científicos ou de divulgação – para obter informações sobre fenômenos biológicos, características do ambiente, dos seres vivos e de suas interações estabelecidas em seus habitats.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	• Escrever relatórios, pequenas sínteses e fazer relatos orais, utilizando linguagem específica para descrever com precisão fenômenos biológicos (como, por exemplo, a circulação do sangue nos vertebrados ou a clonagem de um ser vivo), características dos seres vivos observados ao microscópio (como a estrutura básica de uma célula ou de um microrganismo), a olho desarmado (como a distinção entre as diferentes ordens de insetos ou as adaptações de plantas de ambientes secos) ou, ainda, para descrever características de um determinado ambiente (como a caatinga ou os cerrados). • Produzir textos argumentativos sobre temas relevantes, atuais e/ou polêmicos, como, por exemplo, os referentes à biotecnologia, à sexualidade, à biodiversidade e outras questões ambientais. • Elaborar resumos, identificando as idéias principais de um texto, de um filme ou de uma reportagem televisiva relacionadas a temas biológicos. • Escrever resenhas de livros; produzir roteiros para entrevistar especialistas ou membros da comunidade sobre um tema específico, como os problemas de saúde decorrentes do lixo, das enchentes, de hábitos de vida; organizar as respostas e apresentar de forma clara e objetiva os resultados obtidos. • Escrever reportagens enfocando as questões críticas para o âmbito local ou geral como as relacionadas a lazer, moradia, trabalho, nutrição, saneamento e outras que dizem respeito a saúde e qualidade de vida.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Analisar dados relacionados a problemas ambientais como a destinação do lixo e do esgoto, o tratamento da água, a ocupação dos mananciais, a poluição dos rios das cidades brasileiras para avaliar as condições de vida da população e posicionar-se criticamente por meio de argumentação consistente. • Comparar diferentes posicionamentos de cientistas, ambientalistas, jornalistas sobre assuntos ligados à biotecnologia (produção de alimento transgênico,

	terapia gênica, clonagem), avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica. • Analisar de que maneira textos didáticos, revistas, jornais, programas de tevê e rádio tratam questões relativas à sexualidade como as questões de gênero, as expressões da sexualidade, as relações amorosas entre jovens, as doenças sexualmente, transmissíveis, distinguindo um posicionamento isento, bem fundamentado do ponto de vista científico, da simples especulação, do puro preconceito ou de tabus.

Investigação e compreensão	
Na área	**Em Biologia**
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	• Identificar em experimentos ou a partir de observações realizadas no ambiente como determinadas variáveis – tempo, espaço, temperatura e outras condições físicas – interferem em fenômenos biológicos, como, por exemplo, a influência da temperatura no crescimento de microrganismos e no metabolismo dos seres vivos, da salinidade do meio para as trocas de nutrientes ou trocas gasosas, da exposição da planta ao Sol na sua reprodução e propor maneiras para controlar os efeitos dessas variáveis. • Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório, ou que envolvem um universo grande, para solucionar problemas tais como: prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias, ou estabelecer relações entre hábitos pessoais e culturais e desenvolvimento de doenças.
Interações, relações e funções, invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico e estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos. Alterações em qualquer de suas partes desequilibram seu funcionamento, às vezes de maneira irreversível, como ocorre no corpo humano, quando da falência de determinados órgãos, ou quando, em um ecossistema, ocorre perturbação em um dos níveis da teia alimentar. • Identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as a condições de vida. Assim, por exemplo, identificar a predominância de plantas muito altas nas matas tropicais, apontando a relação entre essa característica, a densidade populacional e a necessidade de buscar luz nos estratos superiores, ou, ainda, constatar a presença de folhas mais largas nas plantas que estão crescendo nos estratos inferiores, se comparadas às dos estratos superiores de uma mata densa, relacionando essa característica com o aumento da capacidade de receber luz devido à ampliação da superfície foliar.

Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Fazer uso de escalas para representar organismos, parte deles e estruturas celulares. • Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos. Por exemplo, confrontar as hipóteses dos alunos sobre a origem da vida com as apresentadas pela ciência; antecipar os resultados de um experimento que esteja avaliando a influência de fatores ambientais – luz, umidade, temperatura – na germinação de sementes e compará-los com os dados experimentais.
Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos, como o transporte de nutrientes através das membranas celulares, a organização do código genético, a duplicação do DNA, a transcrição do RNA e a síntese de proteínas. • Desenvolver modelos explicativos sobre o funcionamento dos sistemas vivos como as trocas realizadas pelas células e pelos organismos, a obtenção e a circulação de nutrientes nos animais e nos vegetais.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	• Relacionar conceitos da Biologia com os de outras ciências, como os conhecimentos físicos e químicos, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo ou o fluxo da energia nos sistemas biológicos; os conhecimentos geográficos e históricos para compreender a preservação ou a destruição dos ambientes naturais e mesmo para compreender a produção do próprio conhecimento biológico.

Contextualização sócio-cultural	
Na área	**Em Biologia**
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Perceber os conhecimentos biológicos como interpretações sobre o funcionamento e as transformações dos sistemas vivos construídas ao longo da história e dependentes do contexto social em que foram produzidas. • Analisar idéias biológicas como a teoria celular, as concepções sobre a hereditariedade de características dos seres vivos, ou, ainda, as teorias sobre as origens e a evolução da vida como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram, seja por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia	• Reconhecer a presença dos conhecimentos biológicos e da tecnologia no desenvolvimento da

como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	sociedade. Perceber, por exemplo, que eles contribuem para preservar e prolongar a vida humana ao possibilitarem a produção de medicamentos, vacinas, tecnologia para diagnóstico e tratamento, conservação de alimentos. • Reconhecer as formas pelas quais a Biologia está presente na cultura nos dias de hoje, seja influenciando visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias, artísticas.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Relacionar os avanços científicos e tecnológicos com a melhoria das condições de vida das populações, como, por exemplo, o uso de vacinas com a conseqüente queda nas taxas de mortalidade infantil; o saneamento básico e a redução na incidência de doenças infecto-contagiosas. • Analisar a distribuição desigual pela população dos efeitos positivos decorrentes da aplicação dos conhecimentos biológicos e tecnológicos na medicina, na agricultura, na indústria de alimentos. • Perceber os efeitos positivos, mas também perturbadores, da ciência e da tecnologia na vida moderna como, por exemplo, reconhecer o papel dos antibióticos na preservação da vida e, ao mesmo tempo, as alterações que esses medicamentos vêm introduzindo nas populações microbianas e as conseqüências dessas modificações para a manutenção da saúde dos indivíduos ou, ainda, compreender a importância do uso de defensivos agrícolas para a produção de alimentos e os efeitos danosos dessas substâncias nos ecossistemas.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	• Reconhecer a importância dos procedimentos éticos na aplicação das novas tecnologias para o diagnóstico precoce de doenças e do uso dessa informação para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e dignidade. • Avaliar a adequação do uso de procedimentos invasivos para o tratamento de determinadas disfunções. • Avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização da manipulação genética em saúde: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA.

A distribuição dessas competências ao longo dos anos de escolarização do ensino médio e a decisão sobre a melhor maneira de desenvolvê-las são responsabilidades dos sistemas de ensino e, principalmente, de cada escola. Dependem, em essência, de como ocorre a organização do tempo escolar, da grade curricular vigente e das prioridades temáticas estabelecidas, em torno das quais as competências vão estar nucleadas. A definição das temáticas, por sua vez, leva em conta a relevância científica e social dos assuntos, seu significado na história da ciência e na atualidade e, em especial, as expectativas, os interesses e as

necessidades dos alunos. Por tudo isso, é impossível (e inadequada) a elaboração de currículo único que tenha alcance nacional. No entanto, a título de exemplo, para ilustrar uma possibilidade de combinação dos elementos essenciais dessa estruturação, vamos propor uma possível organização daquelas competências em torno de temas estruturadores.

Temas estruturadores do ensino de Biologia

Podemos considerar que as principais áreas de interesse da Biologia contemporânea se voltam para a compreensão de como a vida (e aqui se inclui a vida humana) se organiza, estabelece interações, se reproduz e evolui desde sua origem e se transforma, não apenas em decorrência de processos naturais, mas, também, devido à intervenção humana e ao emprego de tecnologias. Como trazer essas temáticas para a sala de aula de tal forma que representem conjuntos de situações que podem ser vivenciadas, analisadas, reinventadas, problematizadas e interpretadas? Como lidar com a Biologia contemporânea na escola de maneira que esse conhecimento faça diferença na vida de todos os estudantes, independentemente do caminho profissional que vão seguir, de suas aptidões ou preferências intelectuais?

Como já assinalamos, não há um caminho único. O exercício que propomos tem por referencial as principais áreas de interesse da Biologia, sintetizadas em 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

Estes seis temas não reinventam os campos conceituais da Biologia, mas representam agrupamentos desses campos de modo a destacar os aspectos essenciais sobre a vida e a vida humana que vão ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos referenciados na prática.

Assim, no primeiro tema, com o apoio das ciências ambientais, as situações vividas pelos alunos vão lhes permitir compreender como os sistemas vivos funcionam, as relações que estabelecem, e se instrumentalizar para participar dos debates relativos às questões ambientais. No segundo, a ênfase recai sobre a vida humana e, graças às ciências ambientais, sociais e da vida, como a fisiologia, a zoologia, a microbiologia, os alunos poderão, nas situações de aprendizagem, aprofundar seu entendimento sobre as condições de vida e saúde da população e se preparar para uma ação de intervenção solidária que vise à transformação dessas condições. No terceiro tema, orientados pelos conhecimentos da citologia, genética, bioquímica e por conhecimentos tecnológicos, os alunos poderão, em situações práticas, perceber que todas as formas de vida são reconhecidas pela sua organização celular, evidência de sua origem única. Esses conhecimentos são fundamentais para que possam se situar e se posicionar no debate contemporâneo sobre as tecnologias de manipulações da

vida. No quarto tema, com auxílio da zoologia, da botânica e das ciências ambientais, os alunos poderão entender como a vida se diversificou a partir de uma origem comum e dimensionar os problemas relativos à biodiversidade. No quinto e sexto temas, a citologia, a genética, a evolução, mas também a zoologia, a fisiologia e a botânica vão dar referências aos alunos para que analisem questões que acompanham a história da humanidade como a origem da vida, da vida humana e seu futuro no planeta, até questões mais recentes envolvendo, por exemplo, a clonagem e a decifração do genoma humano.

Para fins didáticos, cada um desses temas está sistematizado em quatro unidades, que passaremos a especificar, juntamente com as idéias gerais descritivas desses temas e unidades. Vamos apresentá-los numa seqüência em que primeiramente estão os temas que privilegiam o funcionamento geral dos sistemas vivos na sua manifestação macroscópica, para depois abordar as especificidades dos sistemas vivos e a dimensão microscópica de seus fenômenos.

Tema 1. Interação entre os seres vivos

Este tema reúne conteúdos que permitem, em essência, desenvolver a concepção de que os seres vivos e o meio constituem um conjunto reciprocamente dependente. Vida e meio físico interagem resultando em uma estrutura organizada, um sistema, portanto. Compreender a organização sistêmica da vida é essencial para perceber o funcionamento do planeta e a idéia de que as modificações ocorridas em determinados componentes do sistema interferem em muitos outros, alterando as interações e, não raramente, desorganizando-as definitivamente ou por um longo tempo, até que se equilibrem novamente. A noção de sistema também põe em evidência o fato de que o ser humano é, ao mesmo tempo, agente e paciente das transformações e possibilita dimensionar o significado dessas modificações para a evolução e permanência da vida no planeta. As discussões também permitem que os alunos percebam que o desenvolvimento sustentável de uma sociedade só será possível com a redução das desigualdades sociais. Assim, os assuntos associados a esse tema favorecem o desenvolvimento das competências de julgar e elaborar ações de intervenção no ambiente, construir argumentações consistentes para se posicionar relativamente às questões ambientais, formular diagnósticos e propor soluções para os problemas ambientais com base nos conhecimentos científicos e avaliar a extensão dos problemas ambientais brasileiros.

Unidades temáticas

1. A interdependência da vida

- Identificar, analisando um ambiente conhecido (um jardim, um parque, um terreno baldio, uma mata), as características de um ecossistema, descrevendo o conjunto vivo auto-suficiente nele contido.
- Reconhecer que os seres vivos em um ecossistema, independentemente de ser um lago, uma floresta, um campo ou um simples jardim, mantêm entre si múltiplas relações de convivência indiferente ou de ajuda mútua com alguns e de conflito com outros, a ponto de prejudicá-los ou de se prejudicar.
- Avaliar o significado das interações estabelecidas entre os indivíduos para o conjunto das espécies envolvidas e para o funcionamento do sistema.

- Fazer um levantamento de dados, pesquisando variados tipos de registros, referentes às condições ambientais – luminosidade, umidade, temperatura, chuvas, características do solo, da água – existentes em ecossistemas diferentes.
- Organizar os dados obtidos relacionados às condições ambientais, em tabelas e/ou gráficos e interpretá-los, visando a identificar a influência dessas condições na sobrevivência das espécies e na distribuição da vida na Terra.
- 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.
- Relacionar a estabilidade dos ecossistemas com a complexidade das interações estabelecidas entre os organismos das populações na natureza.

2. Os movimentos dos materiais e da energia na natureza

Em um dado ecossistema (uma mata preservada, um terreno baldio, um trecho de praia, por exemplo), observar as condições do meio e os seres vivos aí existentes para:

- identificar as relações alimentares estabelecidas entre esses organismos, empregando terminologia científica adequada;
- representar essas relações alimentares, utilizando esquemas apropriados;
- interpretar as relações alimentares como uma forma de garantir a transferência de matéria e de energia do ecossistema;
- identificar a origem da energia existente em cada nível de organização desse ecossistema;
- traçar o circuito de determinados elementos químicos como o carbono, oxigênio e nitrogênio, colocando em evidência o deslocamento desses elementos entre o mundo inorgânico (solo, água, ar) e o mundo orgânico (tecidos, fluidos, estruturas animais e vegetais);
- coletar material e realizar experimentos com a finalidade de observar a decomposição da matéria orgânica e compreender que o reaproveitamento de materiais, que ocorre naturalmente nos ecossistemas, impede o esgotamento dos elementos disponíveis na Terra;
- representar graficamente as transferências de matéria e de energia ao longo de um sistema vivo;
- redigir um relatório, utilizando linguagem científica adequada para apresentar as principais observações, conclusões e possíveis generalizações.

3. Desorganizando os fluxos da matéria e da energia: a intervenção humana e os desequilíbrios ambientais

A partir de diversas fontes de informação (textos científicos, reportagens jornalísticas ou imagens) que discutam a exploração e o uso dos recursos naturais pela sociedade:

- analisar a maneira como o ser humano interfere nos ciclos naturais da matéria para recriar sua existência, retirando materiais numa velocidade superior à que podem ser repostos naturalmente ou devolvendo em quantidades superiores às suportadas pelos ecossistemas até que a degradação deles se complete;
- analisar dados sobre intensificação do efeito estufa, diminuição da taxa de oxigênio no ambiente e uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, associando-os às interferências humanas nos ciclos naturais dos elementos químicos;
- avaliar diferentes medidas que minimizem os efeitos das interferências humanas nos ciclos da matéria;
- descrever as características de regiões poluídas, identificando as principais fontes poluidoras do ar, da água e do solo;

- fazer um levantamento de dados relativos às condições do solo, da água e do ar das regiões onde vivem os alunos e compará-los com outras regiões brasileiras;
- propor, debater e divulgar junto à comunidade medidas que podem ser tomadas para reduzir a poluição ambiental, distinguindo as de responsabilidade individual e as de responsabilidade coletiva e do poder público.

4. Problemas ambientais brasileiros e desenvolvimento sustentável: uma relação possível?

A partir de dados e informações referentes às modificações pelas quais passaram os principais biomas brasileiros em quinhentos anos de exploração:

- relacionar a densidade e o crescimento da população com a sobrecarga dos sistemas ecológico e social;
- relacionar os padrões de produção e consumo com a devastação ambiental, redução dos recursos e extinção de espécies;
- apontar as contradições entre conservação ambiental, uso econômico da biodiversidade, expansão das fronteiras agrícolas e extrativismo;
- avaliar a possibilidade de serem adotadas tecnologias ambientais saudáveis;
- analisar propostas elaboradas por cientistas, ambientalistas, representantes do poder público referentes à preservação e recuperação dos ambientes brasileiros;
- fazer um levantamento das propostas que têm sido elaboradas visando ao desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira e sistematizá-las em um texto.

Em uma determinada região (uma favela, um bairro, o entorno da escola) realizar estudos para:

- avaliar as condições ambientais, identificando 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 as de responsabilidade individual das que demandam a participação do coletivo ou do poder público;
- identificar as instâncias da administração pública que poderiam receber as reivindicações e encaminhá-las.

Tema 2. Qualidade de vida das populações humanas

Este tema trata a questão da saúde como um estado que não se restringe à ausência de doenças e procura relacioná-la com as condições de vida das populações – renda, educação, trabalho, habitação, saneamento, transporte, lazer, alimentação, longevidade, liberdade de expressão, participação democrática. Nessa perspectiva, é abordada a distribuição desigual da saúde nas populações humanas, em termos mundiais e, em particular, no Brasil, evidenciada pelos indicadores sociais, econômicos e de saúde pública. É traçado também o perfil de saúde do brasileiro com ênfase nos contrastes regionais e locais.

A discussão desses conteúdos favorece o desenvolvimento de várias competências, entre as quais: analisar dados apresentados sob diferentes formas para interpretá-los a partir de referenciais econômicos, sociais e científicos; e utilizá-los na elaboração de diagnósticos referentes às questões ambientais e sociais e de intervenções que visem à melhoria das condições de saúde.

Unidades temáticas

1. O que é saúde?

Diante de índices de desenvolvimento humano e de indicadores de saúde pública, como os referentes a natalidade, esperança de vida ao nascer, mortalidade, longevidade, doenças infecto-contagiosas, nutrição, renda, escolaridade, condições de saneamento, moradia, acesso aos serviços voltados para a promoção e a recuperação da saúde:

- relacionar as condições sócio-econômicas com a qualidade de vida das populações humanas de diferentes regiões do globo;
- elaborar tabelas ou gráficos mostrando a correlação entre certos indicadores como mortalidade infantil e escolaridade dos pais, ou níveis de renda e incidência de doenças infecto-contagiosas;
- construir a noção de saúde levando em conta os condicionantes biológicos como sexo, idade, fatores genéticos e os condicionantes sociais, econômicos, ambientais e culturais como nível de renda, escolaridade, estilos de vida, estado nutricional, possibilidade de lazer, qualidade do transporte, condições de saneamento.

2. A distribuição desigual da saúde pelas populações

- Comparar os índices de desenvolvimento humano de países desenvolvidos com os de países em desenvolvimento.
- Elaborar tabelas com dados comparativos que evidenciem as diferenças nos indicadores de saúde da população de diferentes regiões brasileiras.
- Fazer um levantamento de dados e de informações junto às secretarias da administração municipal para identificar a disponibilidade de serviços e equipamentos voltados para promoção e recuperação da saúde, para educação, lazer e cultura em diferentes regiões da cidade.
- Fazer um mapa da cidade (ou do estado ou ainda das regiões brasileiras), indicando as regiões onde se encontram a maior e a menor concentração de equipamentos e serviços de saúde, lazer e cultura e comparar seus indicadores de saúde pública.
- Entrevistar moradores e líderes comunitários de diferentes bairros para identificar as reivindicações quanto aos serviços de saúde, educação, lazer e cultura e discutir com eles formas de encaminhá-las.

3. As agressões à saúde das populações

- Identificar, a partir da análise de dados, as principais doenças que afetam a população brasileira considerando idade, sexo, nível de renda.
- Distinguir, entre as principais doenças identificadas, as infecto-contagiosas e parasitárias, as degenerativas, as ocupacionais, as carenciais, as sexualmente transmissíveis (DST) e as provocadas por toxinas ambientais.
- Realizar uma pesquisa bibliográfica para identificar as principais medidas preventivas para essas doenças.
- Elaborar explicações para os dados a respeito da evolução, na última década, em particular no Brasil, da incidência das DST, particularmente a aids, entre homens e mulheres de diferentes faixas etárias.
- Escolher medidas que representem cuidados com o próprio corpo e promovam a saúde sexual e reprodutiva dos indivíduos.
- Discutir os riscos da gravidez na adolescência e as formas de preveni-la, a partir da análise de dados.
- Levantar dados sobre as condições da previdência social e nível de emprego nas diferentes regiões brasileiras na última década, e propor um debate sobre essas condições e possíveis medidas para transformá-las, em que os alunos participantes representem o posicionamento de diferentes lideranças.

4. Saúde ambiental

- Analisar dados sobre as condições de saneamento básico das várias regiões brasileiras.
- Caracterizar as condições de saneamento da região em que os alunos moram e compará-las com as da cidade ou do estado.
- Correlacionar os dados de saneamento com os de mortalidade infantil e de doenças infecto-contagiosas e parasitárias.
- Fazer uma pesquisa bibliográfica ou junto à população sobre as principais formas de tratamento de água utilizadas.
- Fazer um levantamento sobre as principais formas de destino do esgoto e lixo no município e avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma.
- Visitar regiões sem rede de água e esgoto para identificar a posição dos poços e das fossas nos vários terrenos e avaliar sua adequação.
- Discutir com os moradores possíveis soluções para impedir que a água seja contaminada pelos resíduos da fossa.
- Relacionar o reaparecimento de determinadas doenças (como cólera e dengue) com a ocupação desordenada dos espaços urbanos e a degradação ambiental.
- Levantar dados sobre as principais doenças endêmicas da região em que os alunos moram ou do Brasil e relacioná-las com as condições de vida na zona rural e nas periferias urbanas das grandes cidades.

Tema 3. Identidade dos seres vivos

Nesse tema, são abordadas as características que identificam os sistemas vivos e os distinguem dos sistemas inanimados, entre as quais o fato de que todas as atividades vitais ocorrem no interior de células e são controladas por um programa genético. São conteúdos que permitem aos alunos perceberem, na imensa diversidade da vida, processos vitais comuns reveladores da origem única dos seres vivos. Permitem também que se familiarizem com as tecnologias de manipulação do material genético, os transgênicos, por exemplo, e com o debate ético e ecológico a elas associados e, nesse caso, contribuem para o desenvolvimento de competências de avaliar os riscos e os benefícios dessas manipulações à saúde humana e ao meio ambiente e de se posicionar diante dessas questões.

Unidades temáticas

1. A organização celular da vida

Utilizando instrumentos óticos, observando fotos e diversas representações, pesquisando textos científicos:

- identificar na estrutura de diferentes seres vivos a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas;
- comparar a organização e o funcionamento de diferentes tipos de células para estabelecer a identidade entre elas;
- representar diferentes tipos de células;
- relacionar a existência de características comuns entre os seres vivos com sua origem única.

2. As funções vitais básicas

- Registrar o caminho das substâncias do meio externo para o interior das células e vice-versa, por meio da observação ao microscópio ou da realização de experimentos para perceber que a constante interação entre ambiente e célula é controlada pelas membranas e envoltórios celulares.

- Analisar imagens e representações relacionadas aos diferentes tipos de transporte através da membrana celular.
- Analisar os processos de obtenção de energia pelos sistemas vivos – fotossíntese, respiração celular – para identificar que toda a energia dos sistemas vivos resulta da transformação da energia solar.
- Traçar o percurso dos produtos da fotossíntese em uma cadeia alimentar.
- Descrever o mecanismo básico de reprodução de células de todos os seres vivos (mitose) a partir de observações ao microscópio ou de suas representações.
- Associar o processo de reprodução celular com a multiplicação celular que transforma o zigoto em adulto e reconhecer que divisões mitóticas descontroladas podem resultar em processos patológicos conhecidos como cânceres.

3. DNA: a receita da vida e o seu código

- Localizar o material hereditário em células de diferentes tipos de organismo observadas ao microscópio, em fotos e representações esquemáticas.
- Identificar a natureza do material hereditário em todos os seres vivos, analisando sua estrutura química para avaliar a universalidade dessa molécula no mundo vivo.
- Construir um modelo para representar o processo de duplicação do DNA.
- Estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos.
- Analisar esquemas que relacionem os diferentes tipos de ácidos nucléicos, as organelas celulares e o mecanismo de síntese de proteínas específicas.
- Relatar, a partir de uma leitura de referência, a história da descoberta do modelo da dupla-hélice do DNA, descrita na década de 1950 pelo biólogo J. Watson e pelo físico F. Crick.

4. Tecnologias de manipulação do DNA

- Identificar, a partir da leitura de textos de divulgação científica, as principais tecnologias utilizadas para transferir o DNA de um organismo para outro: enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular.
- Fazer um levantamento de informações sobre a participação da engenharia genética na produção de alimentos mais nutritivos e resistentes a pragas e herbicidas, de produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas, medicamentos e componentes biológicos para avaliar sua importância.
- Fazer um levantamento de informações para identificar alguns produtos originários de manipulação genética que já estejam circulando no mercado brasileiro.
- Relacionar entre os organismos manipulados geneticamente aqueles que são considerados benéficos para a população humana sem colocar em risco o meio ambiente e demais populações e os que representam risco potencial para a natureza, analisando os argumentos de diferentes profissionais.

Tema 4. Diversidade da vida

Caracterizar a diversidade da vida, sua distribuição nos diferentes ambientes, e compreender os mecanismos que favoreceram a enorme diversificação dos seres vivos constituem finalidades desse tema. O essencial, no entanto, é que os alunos percebam que os desequilíbrios ambientais, intensificados pela intervenção humana, têm reduzido essa diversidade, o que está ameaçando a sobrevivência da própria vida no planeta. Nessa unidade, importantes competências podem ser desenvolvidas como as de analisar

a distribuição da vida no planeta para perceber que, em determinadas regiões do globo, a biodiversidade é muito maior. Essas regiões, no entanto, geralmente coincidem com aquelas em que as desigualdades sociais são mais acentuadas e os índices de desenvolvimento humano são os mais baixos e, portanto, equacionar as questões relativas à manutenção da biodiversidade, nessas regiões, passa necessariamente por reduzir as desigualdades sociais.

Unidades temáticas

1. A origem da diversidade

- Construir o conceito de mutação, analisando os efeitos de determinados agentes químicos e radioativos sobre o material hereditário.
- Reconhecer o papel das mutações como fonte primária da diversidade genética, analisando possíveis efeitos sobre o código genético provocados pelos erros na molécula do DNA.
- Reconhecer a reprodução sexuada e o processo meiótico como fonte de variabilidade genética.
- Relacionar os processos responsáveis pela diversidade genética para elaborar explicações sobre a grande variedade de espécies no planeta.
- Fazer um levantamento de informações sobre os reinos em que estão divididos os seres vivos e suas principais características para elaborar um quadro resumo.

2. Os seres vivos diversificam os processos vitais

- Reconhecer os princípios básicos e as especificidades das funções vitais dos animais e plantas, a partir da análise dessas funções em seres vivos que ocupam diferentes ambientes.
- Caracterizar os ciclos de vida de animais e plantas, relacionando-os com a adaptação desses organismos aos diferentes ambientes.
- Estabelecer as relações entre as várias funções vitais do organismo humano.
- Localizar os principais órgãos em um esquema representando o contorno do corpo humano.

3. Organizando a diversidade dos seres vivos

- Reconhecer a importância da classificação biológica para a organização e compreensão da enorme diversidade dos seres vivos.
- Conhecer e utilizar os principais critérios de classificação, as regras de nomenclatura e as categorias taxonômicas reconhecidas atualmente.
- Reconhecer as principais características de representantes de cada um dos cinco reinos, identificando especificidades relacionadas às condições ambientais.
- Construir árvores filogenéticas para representar relações de parentesco entre diversos seres vivos.

4. A diversidade ameaçada

- Identificar em um mapa as regiões onde se encontra a maior diversidade de espécies do planeta, caracterizando suas condições climáticas.
- Reconhecer as principais características da fauna e da flora dos grandes biomas terrestres, especialmente dos brasileiros.
- Assinalar em um mapa a distribuição atual dos principais ecossistemas brasileiros e compará-la com a distribuição deles há um século atrás.
- Fazer um levantamento das espécies dos principais ecossistemas brasileiros que

se encontram ameaçadas.

- Debater as principais medidas propostas por cientistas, ambientalistas e administração pública para preservar o que resta dos nossos ecossistemas ou para recuperá-los.
- Relacionar as principais causas da destruição dos ecossistemas brasileiros.
- Comparar argumentos favoráveis ao uso sustentável da biodiversidade e tomar posição a respeito do assunto.

Tema 5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica

Neste tema são tratados os fundamentos da hereditariedade com destaque para a transmissão dos caracteres humanos. A compreensão desses fundamentos é essencial para que os alunos possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Além disso, tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta.

Unidades temáticas

1. Os fundamentos da hereditariedade

- Listar várias características humanas ou de animais e plantas, distinguindo as hereditárias das congênitas e adquiridas.
- Identificar, a partir de resultados de cruzamentos, os princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias e aplicá-los para interpretar o surgimento de determinadas características.
- Utilizar noções básicas de probabilidade para prever resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características diversas.
- Analisar textos históricos para identificar concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade.
- Identificar e utilizar os códigos usados para representar as características genéticas em estudo.
- Construir heredogramas a partir de dados levantados pelos alunos (junto a familiares ou conhecidos) sobre a transmissão de certas características hereditárias.

2. Genética humana e saúde

- Levantar dados sobre as características que historicamente são consideradas para definir os agrupamentos raciais humanos em caucasóides, negróides e orientais, identificando-as como correspondentes a apenas uma fração mínima do genoma humano.
- Analisar aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano como alguns distúrbios metabólicos (albinismo, fenilcetonúria), ou os relacionados aos antígenos e anticorpos, como os grupos sangüíneos e suas incompatibilidades, transplantes e doenças auto-imunes.
- Distinguir uma célula cancerosa de uma normal, apontando suas anomalias genéticas, além de alterações morfológicas e metabólicas.
- Identificar fatores ambientais – vírus, radiações e substâncias químicas – que aumentam o risco de desenvolver câncer e medidas que podem reduzir esses riscos, como limitar a exposição à luz solar.
- Avaliar a importância do aconselhamento genético, analisando suas finalidades, o acesso que a população tem a esses serviços e seus custos.

3. Aplicações da engenharia genética

- Identificar as técnicas moleculares utilizadas para a detecção precoce de doenças genéticas, seus custos, levantando informações junto a profissionais e serviços de saúde.
- Identificar o papel da terapia gênica no tratamento de doenças genéticas e seu uso na medicina brasileira, pesquisando textos ou entrevistando profissionais da área.
- Reconhecer a importância dos testes de DNA nos casos de determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos.
- Compreender a natureza dos projetos genomas, especialmente os existentes no país, listando seus objetivos como identificação dos genes, da seqüência do DNA e armazenamento dessas informações em bancos de dados.

4. Os benefícios e os perigos da manipulação genética: um debate ético

- Reconhecer a importância dos procedimentos éticos no uso da informação genética para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e sua dignidade.
- Posicionar-se perante o uso das terapias genéticas, distinguindo aquelas que são eticamente recomendadas daquelas que devem ser proibidas.
- Avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização da manipulação genética em saúde: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA.
- Posicionar-se perante a polêmica sobre o direito de propriedade das descobertas relativas ao genoma humano, analisando argumentos de diferentes profissionais.

Tema 6. Origem e evolução da vida

Aqui são tratados temas dos mais instigantes para o ser humano, que, desde sempre, tem procurado compreender as origens da vida, da Terra, do Universo e dele próprio. São conteúdos com grande significado científico e, sobretudo, filosófico, pois abrangem questões polêmicas, envolvendo várias interpretações sobre a história da vida, como, por exemplo, a de que seu surgimento foi decorrência de um acidente ou, de modo oposto, de um projeto inscrito na constituição da própria matéria. Nessa medida, permitem aos alunos confrontar diferentes explicações sobre o assunto, de natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas em diferentes épocas.

No desenvolvimento desse tema, ainda, os alunos têm oportunidade para perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizarem com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e do ser humano em particular. Com isso, podem perceber a singularidade do processo evolutivo em que fatores culturais interagem com os biológicos, e as intervenções humanas apoiadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico alteram o curso desse processo.

Unidades temáticas

1. Hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva

- Identificar diferentes explicações sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos, confrontando concepções religiosas, mitológicas e científicas, elaboradas em diferentes momentos.
- Analisar experiências e argumentos utilizados por cientistas como F. Redi (1626-1697) e L. Pasteur (1822-1895) para derrubar a teoria da geração espontânea.
- Apresentar em textos, maquetes, desenhos ou esquemas, os fenômenos relacionados com o surgimento da vida e as condições da vida primitiva.

2. Idéias evolucionistas e evolução biológica

- Comparar as idéias evolucionistas de C. Darwin (1809-1882) e J.B. Lamarck (1744-1829) apresentadas em textos científicos e históricos, identificando as semelhanças e as diferenças.
- Elaborar explicações sobre a evolução das espécies, considerando os mecanismos de mutação, recombinação gênica e seleção natural.
- Identificar alguns fatores – migrações, mutações, seleção, deriva genética – que interferem na constituição genética das populações.
- Comparar a freqüência de genes de determinada população, ao longo do tempo, relacionando as alterações encontradas com o processo evolutivo.
- Traçar as grandes linhas da evolução dos seres vivos a partir da análise de árvores filogenéticas.
- Construir uma escala de tempo situando fatos relevantes da história da vida.

3. A origem do ser humano e a evolução cultural

- Construir a árvore filogenética dos hominídeos, baseando-se em dados recentes sobre os ancestrais do ser humano.
- Reconhecer o papel desempenhado pelo desenvolvimento da inteligência, da linguagem e da aprendizagem na evolução do ser humano.
- Distinguir a evolução cultural, fundada no aprendizado e na transmissão de comportamentos aprendidos, da evolução biológica que decorre de alterações nas freqüências gênicas.
- Apontar benefícios e prejuízos da transformação do ambiente e da adaptação das espécies animais e vegetais aos interesses da espécie humana, considerando o que tem acontecido, nos últimos milhares de anos da história da humanidade e especulando sobre o futuro da espécie humana.

4. A evolução sob intervenção humana

- Reconhecer a seleção feita pelo ser humano, como um mecanismo de alteração das características das espécies sob intervenção.
- Avaliar o impacto da medicina, agricultura e farmacologia no aumento da expectativa de vida da população humana, na sobrevivência de genótipos com funções biológicas alteradas e no processo evolutivo da espécie.

Organização do tratado escolar

Um grande desafio que se apresenta a todo educador é a seleção dos conteúdos que serão abordados no ensino médio frente à extensão dos programas, tradicionalmente previstos ou recomendados para cada uma das três séries. É importante ter em mente que não é possível ensinar tudo. Mesmo que se compacte o vasto conteúdo e se limite a transmitir informações prontas como verdades inquestionáveis não se estará ensinando tudo, pois não existe ensino se não houver aprendizagem. Assim, ocorre uma mudança de foco: o importante não é que conteúdos o professor desenvolveu, mas quais foram adequadamente assimilados pelos alunos. Devem ser selecionados os conteúdos e as estratégias que possibilitem ao aluno entender não só a sua realidade particular, mas principalmente o contexto maior no qual essa realidade específica se insere. A vida escolar deve fornecer ao aluno ferramentas para uma atuação consciente em sua vida.

O objetivo da educação escolar deve ser o de dotar os alunos da competência de compreender, utilizar e transformar a realidade. De posse dessas habilidades, eles

serão capazes de procurar, selecionar e utilizar qualquer informação de que tenham necessidade no decorrer de suas vidas. Dentro dessa perspectiva educacional, não é mais possível considerar listas fixas de conteúdo nas quais a realidade dos alunos é inserida apenas a título de ilustração. As situações de aprendizagem devem se desenvolver a partir das experiências significativas vividas anteriormente por eles, na escola ou fora dela, pois elas os levam a construir, mais facilmente, idéias a respeito dos fenômenos. Além disso, por estarem baseadas em experiências cotidianas, essas idéias costumam ser sólidas e, muitas vezes, incompatíveis com os conceitos científicos que o professor pretende lhes apresentar. Por esse motivo, é necessário que se estabeleçam vínculos entre o conteúdo pedagógico, que é apresentado ao aluno, e aqueles conhecimentos que já integram a sua estrutura cognitiva.

Assim, ao se pensar na organização dos conteúdos de uma determinada disciplina devem ser eleitos, entre tantos tópicos possíveis, os mais significativos para o aluno, no ambiente em que ele vive, além de levar em conta a organização do tempo escolar e da grade curricular vigente na escola. Os seis temas estruturadores, aqui apresentados, são sugestões de eixos temáticos em Biologia que podem ser desenvolvidos nas três séries do ensino médio. Quais serão trabalhados, em que seqüência, e por meio de quais estratégias são decisões que, igualmente, dependerão da realidade de cada escola e da sensibilidade do professor quanto ao interesse, às necessidades, aos anseios e às expectativas de seu grupo de alunos.

Tomemos, como exemplo, os temas e a seqüência tal como apresentados neste trabalho.

Seqüência 1

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Interação entre os seres vivos	3. Identidade dos seres vivos	5. Transmissão da vida, manipulação gênica e ética
2º semestre	2. Qualidade de vida das populações humanas	4. A diversidade da vida	6. Origem e evolução da vida

Nessa organização, retomando alguns pontos tratados no item anterior, o estudo da Biologia na primeira série do ensino médio parte do cenário atual da vida em nosso planeta. No tempo presente, os alunos têm a oportunidade de analisar as interações entre as comunidades biológicas e os fatores físicos e químicos que compõem um ecossistema; as relações de convivência e conflito entre as várias espécies; as relações alimentares; o circuito entre o orgânico e o inorgânico dos elementos essenciais à vida e os desequilíbrios nesses ciclos; as conseqüências da poluição; a responsabilidade compartilhada e o uso sustentável da biodiversidade.

O foco, no segundo semestre, seriam as populações humanas. As unidades temáticas desse tema estruturador têm como objetivo colocar os alunos frente à realidade da distribuição desigual da renda e das condições de exclusão das populações menos favorecidas; levá-los a reconhecer o papel das condições sociais no estado de saúde das populações; a relacionar as doenças às diferentes formas de contágio e à

identificação das medidas mais efetivas para profilaxia, tratamento ou erradicação de doenças específicas.

Esse tema dá oportunidade, também, para uma reflexão sobre o perfil de saúde do brasileiro: as taxas de mortalidade infantil, os índices de analfabetismo e suas diferenças regionais e as medidas que poderiam modificar esse quadro.

No primeiro semestre da segunda série, a ênfase estaria na organização e no funcionamento das estruturas celulares comuns a todos os seres vivos, enquanto no segundo semestre seriam analisados a diversificação dos processos vitais, as diferentes estratégias fisiológicas utilizadas para resolver as necessidades básicas dos seres vivos e os processos de adaptação envolvidos nessas soluções.

No primeiro semestre da terceira série, as características hereditárias e como são transmitidas, a biotecnologia, as aplicações da engenharia genética e as implicações éticas, legais e sociais colocariam os alunos que terminam o ensino médio frente aos grandes temas contemporâneos, trazendo à tona os preconceitos e os tabus e fornecendo-lhes ferramentas para o desenvolvimento de juízos de valor e posicionamento crítico nos assuntos polêmicos da sociedade atual.

No último semestre do ensino médio, quando os alunos já desfrutam de uma visão biológica do mundo vivo, é oportuno dedicar-se à discussão de conteúdos com grande significado científico e, sobretudo, filosófico: as várias interpretações sobre a história da vida, como, por exemplo, se resultou de um projeto elaborado por uma força superior, da evolução de moléculas não-vivas ou teve origem extraterrestre. Como eram os primeiros seres vivos, qual o impacto da produção e de consumo de oxigênio para a atmosfera primitiva. Qual a história da ancestralidade da espécie humana. O papel da evolução cultural, do desenvolvimento da inteligência e da aprendizagem para a sobrevivência da espécie humana. E, para encerrar o curso de Biologia no ensino médio, uma reflexão sobre o papel do ser humano na transformação do ambiente, na evolução de sua espécie e das demais espécies que habitam o planeta.

Se, diferentemente, o professor optar por iniciar o seu curso com assuntos mais conceituais e abstratos, dado o perfil mais amadurecido de seus alunos, a seqüência escolhida poderia ser:

Seqüência 2

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	6. Origem e evolução da vida	4. A diversidade da vida	1. Interação entre os seres vivos
2º semestre	3. Identidade dos seres vivos	5. Transmissão da vida, manipulação gênica e ética	2. Qualidade de vida das populações humanas

Nessa opção, os temas abordam, primeiramente, a dimensão microscópica dos sistemas vivos e, à medida que as séries avançam, tratam do funcionamento geral dos sistemas vivos na sua manifestação macroscópica. Nesse caso, o grande desafio do professor seria a utilização de estratégias adequadas para que os alunos pudessem, de fato, compreender as abstrações que fazem parte dos temas iniciais dessa organização de curso.

Tanto na primeira, quanto na segunda seqüência, pode ocorrer que, diante do tempo disponível, não seja possível abarcar todos esses temas com a extensão proposta. Ainda assim, seria preferível manter a abrangência e diversidade dos temas, dando oportunidade aos alunos de terem contato com cada um deles. Nesse caso, o professor poderia privilegiar algumas unidades temáticas e sacrificar outras, através do tempo dedicado a cada uma delas e, portanto, da profundidade e extensão com que as trataria.

Estratégias para a ação

Para desenvolver todas as competências, é imprescindível que os conhecimentos se apresentem como desafios cuja solução envolve mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. Nessas circunstâncias, importa o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade para com terceiros, como será discutido a seguir.

O trabalho do professor

Um aspecto relevante na relação professor-aluno é a criação de um novo ensinar, a instalação de uma nova forma de comunicação educacional, a construção da nova identidade do professor que, de transmissor de informações prontas e de verdades inquestionáveis, torna-se um mediador. No contexto educacional, entende-se a mediação como intervenção do professor para desencadear o processo de construção do conhecimento (aprendizagem) de forma intencional, sistemática e planejada, potencializando ao máximo as capacidades do aluno.

A mediação possibilita a transmissão de valores, as motivações, os saberes culturais, os significados; ajuda a interpretar a vida. Não se pode pensar na ação de mediar como uma ação que leve o aluno apenas a melhorar a sua capacidade cognitiva. Indubitavelmente, o professor estará também criando condições para que o aluno construa uma auto-imagem positiva, na medida em que se sentir competente, criativo e produtivo. O aprimoramento da capacidade para comunicar-se também é um dos alvos a serem atingidos, na medida em que o aluno é solicitado a verbalizar e a expressar o seu pensamento, estabelecendo uma relação dialógica de reciprocidade com o professor.

O vínculo estabelecido coloca o professor numa posição de flexibilidade, na qual sua atenção está voltada para três aspectos fundamentais: as necessidades do aluno, as exigências do conteúdo e as próprias limitações do professor. Essa postura mais flexível do professor contribuirá para a constituição de um aluno também mais flexível na relação com o outro, com o conhecimento e consigo mesmo.

O processo de mediação, ao promover objetivamente a capacidade de pensar, possibilita a construção de competências para fazer inúmeras e inusitadas relações. Assim sendo, a construção de um conceito passa por uma etapa intuitiva, mais subjetiva, voltada para a experiência pessoal; uma etapa representacional, na qual existem possibilidades de se fazer análises um pouco mais objetivas e, finalmente, uma etapa

conceitual, na qual, por meio da linguagem, o pensamento do aluno alcança níveis mais objetivos e generalizadores que permitem aplicar o conhecimento a novas situações.

Nesse processo, deve-se provocar a motivação do aluno, ou seja, criar situações de desequilíbrio para despertar o interesse. Para que isso ocorra, invariavelmente o professor deve propor situações-problema, desafios e questões instigantes.

Situações-problema mobilizam o aluno, colocam-no em uma interação ativa consigo mesmo e com o professor; criam necessidades, provocam um saudável conflito; desestabilizam a situação e paulatina e sucessivamente o vão auxiliando a organizar seu pensamento.

Estratégias para abordagem dos temas

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.

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, como proposto na Unidade temática 4 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 produz flexibilidade no 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 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. 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.

Um exemplo de projeto a ser proposto em torno do tema transversal Saúde: relacionado ao tema estruturador "Qualidade de vida das populações humanas". Tal projeto, com características inter ou transdisciplinares, pode ser desenvolvido, por exemplo, apenas no âmbito da Biologia. A partir da idéia central, discutir com os alunos e selecionar os assuntos desenvolvidos e as estratégias a adotar para o trabalho. Com orientação dos professores, os grupos de alunos poderiam realizar pesquisas, apresentar suas propostas de trabalho e escolher as formas de apresentação final: representação teatral, campanhas de esclarecimento, debates, propostas de atuação solidária, entre outras.

Um outro projeto interessante pode ser o estudo de um ambiente próximo à escola (um jardim, um parque, um terreno baldio, uma mata), para observar as características do ecossistema, o conjunto vivo nele contido e as relações de convivência entre os elementos que o compõem.

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 e 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. Um conteúdo bastante adequado para a criação de jogos com alunos é aquele relacionado à unidade temática "Os movimentos dos

materiais e da energia na natureza", da página 43. Pode ser realizado, por exemplo, um jogo em que cada aluno representa um átomo de nitrogênio em viagem pelos diferentes tipos de moléculas das quais o nitrogênio participa, como: gás nitrogênio ($N_{2(g)}$); amônia (NH_4^+); nitrato (NO_3^-); nitrito (NO_2^-), proteína bacteriana; proteína vegetal e proteína animal. A utilização desse jogo propicia aos alunos a apropriação do conceito de que o ciclo desse elemento na natureza é resultado da circulação dos mesmos átomos de nitrogênio entre vários organismos e microambientes.

Nesse jogo, um estudante que iniciou a viagem como NO_3^- pode aprender que, através da desnitrificação, ele pode ser reduzido a $N_{2;}$ como $N_{2(g)}$, ele pode ser fixado biologicamente, reduzido abiologicamente ou permanecer como $N_{2.}$ Após o jogo, cada grupo constrói seu ciclo a partir das viagens realizadas por seus componentes. Esses ciclos podem ser representados em cartazes e, no final, a classe elabora coletivamente o ciclo do nitrogênio na natureza.

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 seminário. 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 pesquisarem em diferentes fontes, visitar instituições, entrevistar especialistas, organizar as suas idéias, realizar julgamentos críticos e exercitar posturas éticas. Além disso, ensina-lhes a ordenar as idéias para poder expor 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.

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 19; 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 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.

Física

A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens. Em outras palavras, a realidade educacional e os projetos pedagógicos das escolas, que expressam os objetivos formativos mais amplos a serem alcançados, é que devem direcionar o trabalho de construção do conhecimento físico a ser empreendido.

Não é, entretanto, suficiente sinalizar a direção a seguir e explicitar a mudança de rumos desejada em relação ao ensino de Física que vinha sendo praticado. Entre o discurso e as novas práticas há um longo percurso.

De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCNEM é explícita quanto ao que **não** conduz na direção desejada e vem sendo percebido com clareza pelos professores. O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média.

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer.

Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível "abrir mão" do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E na Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores.

Nosso desafio é, portanto, buscar meios para concretizar esses novos horizontes, especialmente dentro da realidade escolar hoje existente no país. Como conseguir realizar tanto com tão pouco espaço, tempo, recursos materiais, com as carências formativas e afetivas dos alunos, nas condições de trabalho dos professores? Passada a tempestade inicial, os professores de Física têm ousado mudar, mas se sentem, muitas vezes, inseguros, desamparados e pouco confiantes quanto aos resultados obtidos.

O grande problema é que respostas objetivas e gerais a todas essas perguntas não podem ser apresentadas porque talvez inexistam. Para a implementação dessas novas diretrizes, ou seja, sua tradução em práticas escolares concretas, não existem fórmulas prontas. Esse processo depende, ao contrário, de um movimento contínuo de reflexão, investigação e atuação, necessariamente permeado de diálogo constante. Depende de um movimento permanente, com idas e vindas, através do qual possam ser identificadas as várias dimensões das questões a serem enfrentadas, a ser constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E para isso será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas, incluindo-se possíveis interpretações, implicações, desdobramentos, assim como também recursos, estratégias e meios necessários a sua instauração e desenvolvimento.

É nesse sentido que encaminhamos essa discussão, com a advertência explícita de que não será possível apresentar soluções para todos os problemas e inquietações. Trata-se, ao contrário, de trazer elementos que possam subsidiar os professores em suas escolhas e práticas, contribuindo assim para o processo de discussão. Para isso, buscou-se aprofundar e, sobretudo, concretizar melhor tanto habilidades e competências como conhecimentos, atitudes e valores que a escola deveria ter por meta promover no ensino médio.

As competências em Física

O vasto conhecimento de Física, acumulado ao longo da história da humanidade, não pode estar todo presente na escola média. Será necessário sempre fazer escolhas em relação ao que é mais importante ou fundamental, estabelecendo para isso referências apropriadas.

A seleção desse conhecimento tem sido feita, tradicionalmente, em termos de conceitos considerados centrais em áreas de fenômenos de natureza física diferentes, delimitando os conteúdos de Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo a serem abordados. Isso resulta, quase sempre, em uma seleção tal que os índices dos livros didáticos de ensino médio se tornam, na verdade, uma versão abreviada daqueles utilizados nos cursos de física básica do ensino superior, ou uma versão um pouco mais estendida dos que vinham sendo utilizados na oitava série do ensino fundamental. Nessas propostas, os critérios de seleção para definir os conteúdos a serem trabalhados, na maior parte das vezes, restringem-se ao conhecimento e à estrutura da Física, sem levar em conta o sentido mais amplo da formação desejada.

E esse sentido emerge na medida em que o conhecimento de Física deixa de constituir um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir.

Os critérios que orientam a ação pedagógica deixam, portanto, de tomar como referência primeira "o que ensinar de Física", passando a centrar-se sobre o "para que ensinar Física", explicitando a preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento mesmo de seu aprendizado. Quando "o que ensinar" é definido pela lógica da Física, corre-se o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade, quase sempre supondo implicitamente que se esteja preparando o jovem para uma etapa posterior: assim, a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da mesma forma que a eletrostática o é para o eletromagnetismo. Ao contrário, quando se toma como referência o "para que" ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir.

Esse objetivo mais amplo requer, sobretudo, que os jovens adquiram competências para lidar com as situações que vivenciam ou que venham a vivenciar no futuro, muitas delas novas e inéditas. Nada mais natural, portanto, que substituir a preocupação central com os conteúdos por uma identificação das competências que, se imagina, eles terão necessidade de adquirir em seu processo de escolaridade média.

Utilizar como eixo organizador do trabalho pedagógico as competências desejadas é manter sempre presente a explicitação de objetivos da educação, mas

também se transforma em uma estratégia para a ação dos professores. Assim, por exemplo, para desenvolver competências que requerem o sentido crítico, será necessário privilegiar espaços de discussão, tanto na escola como na sala de aula.

A atenção constante a essas competências, ao longo do desenvolvimento das unidades de ensino a serem trabalhadas, poderá ser uma garantia para impedir o retorno ao simples tratamento dos temas do ponto de vista unicamente de seus conteúdos programáticos.

Muitas dessas competências são objetivos comuns a todas as etapas do aprendizado, embora em diferentes níveis, sendo construídas ao longo do desenvolvimento dos alunos. Outras, ao contrário, são específicas a fases mais avançadas desse desenvolvimento, correspondendo àquelas trabalhadas privilegiadamente no ensino médio. Por exemplo, observar, experimentar e investigar o mundo requerem competências desenvolvidas na área de Ciências desde os primeiros anos do ensino fundamental. Nessa primeira etapa, contudo, limitam-se, sobretudo, à descrição, classificação ou explicação causal imediata. Essas mesmas competências ganham, no ensino médio, um sentido maior, com a identificação de relações mais gerais e com a introdução de modelos explicativos específicos da Física, promovendo a construção das abstrações, indispensáveis ao pensamento científico e à vida. Ainda que muitas dessas competências permaneçam como objetivos comuns a mais de uma disciplina, propiciando espaços para uma ação pedagógica integrada, passam a assumir também, no ensino médio, a especificidade disciplinar.

O problema central passa a ser, então, o de identificar as competências em Física desejadas. Mas ainda que uma reflexão mais aprofundada nos permita listá-las, essas listas serão sempre parciais, dada a abrangência das habilidades envolvidas. Caberá sempre ao professor, dentro das condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de sua escola e do projeto pedagógico em andamento, selecionar, priorizar, redefinir e organizar os objetivos em torno dos quais faz mais sentido trabalhar. É muito provável que uma escola da periferia de uma cidade grande tenha estabelecido prioridades formativas diferentes daquelas de uma escola central de uma cidade de pequeno porte.

E como identificar quais competências são essenciais para a compreensão em Física? De novo, não projetando o que um futuro engenheiro ou profissional em telecomunicações precisarão saber, mas tomando como referência um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico, complexo e em transformação.

Para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e Códigos e Ciências Humanas, as competências em Física foram já organizadas nos PCNEM de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a **investigação e compreensão** dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da **linguagem física e de sua comunicação**, ou, finalmente, que tenham a ver com sua **contextualização histórico e social**.

Retomamos, a seguir, as principais competências em Física esperadas ao final da escolaridade básica, de maneira equivalente ao que já foi apresentado nos PCNEM. De novo, não há a preocupação em produzir uma listagem completa, mas a de buscar dar-lhes um sentido mais concreto, discutindo possíveis encaminhamentos e suas diferentes compreensões, ressaltando os aspectos que as tornam significativas por meio de situações que as exemplificam.

Representação e comunicação	
Na área	**Em Física**
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. • Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m^3 é uma caixa de 2000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas. • Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico, para, por exemplo, descrever o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo, ou a posição relativa do Sol ao longo do dia ou do ano. • Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia	• Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos

veiculados por diferentes meios.	eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis. • Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de freqüência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	• Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. Por exemplo, elaborar o relatório da visita a uma usina termelétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais. • Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. Por exemplo, elaborar um relatório de pesquisa sobre vantagens e desvantagens do uso de gás como combustível automotivo, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos. • Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico-científicos. Por exemplo, escrever uma carta solicitando informações técnicas sobre aparelhos eletrônicos, ou enviar um e-mail solicitando informações a um especialista em energia solar, explicitando claramente suas dúvidas.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoelétrica brasileira. • Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em conseqüência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes.

Investigação e compreensão	
Na área	**Em Física**
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.	• Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado. • Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que variações de correntes elétricas estão associadas ao surgimento de campos magnéticos pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de tevê ou causas de mau funcionamento de um motor. • Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. Assim, a conservação da quantidade de movimento pode ser utilizada para prever possíveis resultados do choque entre dois carros, a trajetória de uma bola após ter batido na parede, o movimento dos planetas e suas velocidades ao redor do Sol ou o equilíbrio de motos e bicicletas. • Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. Por exemplo, avaliar o trabalho necessário para erguer um objeto ou empurrar um caixote, a potência de que o motor de um carro precisa para subir uma ladeira ou a quantidade de calorias para exercício de atividades esportivas. • Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Assim, por exemplo, reconhecer a relação entre a vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.

Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas. Por exemplo, escolher a forma adequada para medir a quantidade de água presente em um copo ou a quantidade de alimento em uma embalagem. Ou escolher a melhor forma para medir o comprimento de uma sala ou a distância percorrida em um trajeto longo. • Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimar o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los. • Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações como, por exemplo, a planta de uma casa ou o mapa de uma cidade.
Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos. • Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador. • Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	• Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. Por exemplo, reconhecer que as forças elástica, viscosa, peso, atrito, elétrica, magnética etc. têm origem em uma das quatro interações fundamentais: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. • Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. Por exemplo, compreender que o funcionamento de um termômetro clínico pode ser explicado, em termos macroscópicos, pela dilatação térmica do mercúrio, enquanto apenas o modelo microscópico da matéria permite compreender o fenômeno da evaporação de um líquido. • Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões

	espaciais e temporais no Universo. • Na utilização de um conceito ou unidade de grandeza, reconhecer ao mesmo tempo sua generalidade e o seu significado específico em cada ciência. Por exemplo, energia, caloria ou equilíbrio são conceitos com significados diferentes, embora correspondentes, em Física, Química ou Biologia. • Reconhecer, na análise de um mesmo fenômeno, as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos. Por exemplo, no ciclo da água, compreender que a Física releva os aspectos das transformações de estado e processos de circulação, enquanto a Química trata das diferentes reações e do papel das soluções, enquanto a Biologia analisa a influência nas cadeias alimentares e o uso do solo.

Investigação e compreensão	
Na área	**Em Física**
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança. • Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. • Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas conseqüências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes, a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de *lasers*, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas.

Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	• Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana. • Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, por meio de visitas a museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições etc., para incluir a devida dimensão da Física e da ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos. • Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as idéias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas, como para a Economia ou Biologia.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	• Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, da qualidade das infra-estruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor. • Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor. • Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados quanto a um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana. • Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial. • Reconhecer que a utilização dos produtos da ciência e da tecnologia nem sempre é democrática, tomando consciência das desigualdades e da necessidade de soluções de baixo custo, como, por exemplo, para ampliar o acesso à eletricidade.

Temas estruturadores do ensino da Física

O desenvolvimento das competências e habilidades em Física, aqui delineadas, integra os objetivos a serem atingidos pela escolarização em nível médio. Sua promoção e construção são frutos de um contínuo processo que ocorre por meio de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações. Para a organização dessas atividades, faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados.

Ou seja, competências e habilidades se desenvolvem por meio de ações concretas, que se referem a conhecimentos, a temas de estudo. E há, certamente, certos assuntos ou tópicos com maior potencial do que outros para os objetivos pretendidos, o que impõe escolhas criteriosas. Os temas de trabalho, na medida em que articulam conhecimentos e competências, transformam-se em elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, em temas estruturadores.

No ensino fundamental, esses temas dizem respeito ao mundo vivencial mais imediato, tratando do ambiente, da vida, da tecnologia, da Terra, e assim por diante. Já no ensino médio, devem ganhar uma abrangência maior, e também, ao mesmo tempo, uma certa especificidade disciplinar, uma vez que, para desenvolver competências e habilidades em Física, é preciso lidar com os objetos da Física. Devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real.

O tratamento de diferentes campos de fenômenos implica preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo, não só pela unidade conceitual que esses campos estabelecem, mas também por permitir uma "transcrição" da proposta nova em termos da compartimentalização anteriormente adotada, reconhecendo-a para superá-la.

No entanto, é essencial que se faça uma releitura dessas áreas, para que a definição dos temas privilegie os objetos de estudo, explicitando desde o início os objetivos estabelecidos. Embora sejam múltiplas as formas de organização dos conteúdos e as escolhas possíveis, apresentamos a seguir algumas considerações que ilustram a direção desejada.

Assim, o espaço tradicionalmente demarcado pela Mecânica passa a ser associado às competências que permitem, por exemplo, lidar com os movimentos de coisas que observamos, identificando seus "motores" ou as causas desses movimentos, sejam carros, aviões, animais, objetos que caem, ou até mesmo as águas do rio ou o movimento do ar. Nessa abordagem, a Mecânica permite desenvolver competências para lidar com aspectos práticos, concretos, macroscópicos e mais facilmente perceptíveis, ao mesmo tempo que propicia a compreensão de leis e princípios de regularidade, expressos nos princípios de conservação. Fornece, também, elementos para que os jovens tomem consciência da evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade produtiva do ser humano. E, para explicitar essas ênfases, o estudo dos **movimentos** poderia constituir um tema estruturador.

O estudo do calor será importante para desenvolver competências que permitam

lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, permitindo escolher aqueles mais adequados a cada tarefa. Poderão ser promovidas, também, competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais ou, da mesma forma, com os aparatos tecnológicos que envolvem o controle do calor em ambientes. Acompanhando a evolução do trabalho humano ao longo da história, haverá que saber reconhecer a utilização do calor para benefício do homem, em máquinas a vapor ou termelétricas, ou o calor como forma de dissipação de energia, impondo limites às transformações de energia e restringindo o sentido do fluxo de calor. Nesse contexto, será ainda indispensável aprofundar a questão da "produção" e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais. Assim, **calor, ambiente e usos de energia** sinalizam, como tema estruturador, os objetivos pretendidos para o estudo dos fenômenos térmicos.

A ótica e o estudo de ondas mecânicas podem tornar-se o espaço adequado para discutir a imagem e o som como formas de transmissão de informação, analisando os fenômenos e processos de formação de imagens e de produção de sons, mas também os processos de codificação, registro e transmissão de informações através do som e da imagem. O estudo do som pode ainda permitir uma interface importante com as artes, a música em particular, ou, ainda, o reconhecimento dos vários instrumentos associados a diferentes culturas. Nessa releitura, o tema **imagem e som** redireciona o estudo da ótica e das ondas mecânicas, colocando em destaque as competências para a compreensão do mundo da informação que se deseja privilegiar.

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Ao mesmo tempo, esses mesmos fenômenos podem explicar os processos de transmissão de informações, desenvolvendo competências para lidar com as questões relacionadas às telecomunicações. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno dos **equipamentos elétricos e telecomunicações.**

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e *lasers* presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de **matéria e radiação** indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico.

Finalmente, será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu "lugar" na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao

final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, **Universo, Terra e vida** passam a constituir mais um tema estruturador.

Nessa perspectiva, foram privilegiados seis temas estruturadores com abrangência para organizar o ensino de Física:

1. Movimentos: variações e conservações
2. Calor, ambiente e usos de energia
3. Som, imagem e informação
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
5. Matéria e radiação
6. Universo, Terra e vida

Esses temas apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos de seu mundo vivencial que se deseja considerar. Não se trata, certamente, da única releitura e organização dos conteúdos da Física em termos dos objetivos desejados, mas serve, sobretudo, para exemplificar, de forma concreta, as possibilidades e os caminhos para o desenvolvimento das competências e habilidades já identificadas. Exemplificam também como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Eletromagnetismo e Física Moderna, de forma a atribuir-lhes novos sentidos.

Cada um desses temas, contudo, não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar. Com certeza, eles somente completam seu sentido por meio de suas interseções e de suas relações com outras áreas do conhecimento.

Para organizar o trabalho dentro de cada tema, as atividades planejadas podem ser sistematizadas em três ou quatro unidades temáticas, cuja delimitação e seqüência favoreçam o objetivo desejado. Essa estruturação pode contribuir para evitar que as limitações de tempo ou outras dificuldades acabem por restringir o âmbito e o sentido, em termos de compreensão de mundo, que se venha a atribuir a cada tema estudado. Assim, as unidades temáticas podem ser elementos importantes para as atividades de planejamento, orientando escolhas e organizando ritmos de trabalho.

Para dar mais consistência à proposta da introdução de temas e unidades temáticas, apresentamos a seguir um esboço do que poderiam ser os desdobramentos de cada um dos temas identificados. Novamente, não se trata de uma lista de tópicos, mas da tentativa de exemplificar como pode ser concretizada uma associação entre competências e conhecimentos, visando aos objetivos formativos desejados.

Tema 1. Movimentos: variações e conservações

Estudar os movimentos requer, inicialmente, identificá-los, classificá-los, aprendendo formas adequadas para descrever movimentos reais de objetos - carros, animais, estrelas ou outros. Mas requer, sobretudo, associá-los às causas que lhes dão origem, às interações que os originam, a suas variações e transformações. Como prever trajetórias ou movimentos após colisões, freadas, quedas? Que materiais escolher para minimizar os efeitos de uma colisão? Quais recursos utilizar para aumentar a eficiência

do trabalho mecânico humano, em termos de máquinas e ferramentas?

Para isso, será preciso desenvolver competências para lidar com as leis de conservação (da quantidade de movimento linear e angular e da energia), compreendendo seu sentido, e sabendo utilizá-las para fazer previsões e estimativas. Assim, quando as leis de Newton comparecem como um caso particular da conservação da quantidade de movimento, abre-se espaço para uma compreensão mais ampla de interações reais, nas quais o tempo de colisão tem um papel preponderante. Nesse contexto, investigar movimentos não pode se limitar a um extenso tratamento da Cinemática, que nessa nova abordagem comparece apenas para dar significado às variações dos movimentos, através dos conceitos de velocidade e aceleração.

O estudo dos movimentos inclui também acompanhar as conquistas do ser humano para locomover-se, desenvolvendo tecnologias que permitam seu deslocamento de forma cada vez mais rápida de um lugar a outro do planeta, e até mesmo fora dele e, para isso, concebendo continuamente materiais, projetos de veículos e potências de seus motores. Também são desse âmbito a compreensão da evolução tecnológica relacionada às máquinas mecânicas e suas transformações ao longo dos tempos.

Unidades temáticas

1. Fenomenologia cotidiana

- Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.), buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.).
- Caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal, como, por exemplo, estimando o tempo de percurso entre duas cidades ou a velocidade média de um entregador de compras.
- Reconhecer que as modificações nos movimentos são conseqüência de interações, por exemplo, identificando que, para um carro parado passar a deslizar em uma ladeira, é necessária uma interação com a Terra.

2. Variação e conservação da quantidade de movimento

- A partir da observação, análise e experimentação de situações concretas como quedas, colisões, jogos, movimento de carros, reconhecer a conservação da quantidade de movimento linear e angular e, por meio delas, as condições impostas aos movimentos.
- Reconhecer as causas da variação de movimentos, associando as intensidades das forças ao tempo de duração das interações para identificar, por exemplo, que na colisão de um automóvel o *airbag* aumenta o tempo de duração da colisão para diminuir a força de impacto sobre o motorista.
- Utilizar a conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças ou torques para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.

3. Energia e potência associadas aos movimentos

- Identificar formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais, avaliando, quando pertinente, o trabalho envolvido e o calor dissipado, como, por exemplo, em uma freada ou em uma derrapagem.

- A partir da conservação da energia de um sistema, quantificar suas transformações e a potência disponível ou necessária para sua utilização, estimando, por exemplo, o combustível gasto para subir uma rampa ou a potência do motor de uma escada rolante.
- Acompanhar a evolução dos processos de utilização de potência mecânica e as implicações sociais e tecnológicas a eles associadas ao longo dos tempos (como, por exemplo, na evolução dos meios de transportes ou de máquinas mecânicas).

4. Equilíbrios e desequilíbrios

- Diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos, distinguir situações de equilíbrio daquelas de não-equilíbrio (estático ou dinâmico).
- Estabelecer as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água.
- Reconhecer processos pelos quais pode ser obtida amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas.

Tema 2. Calor, ambiente e usos de energia

Em todos os processos que ocorrem na natureza e nas técnicas, o calor está direta ou indiretamente presente. O estudo do calor pode desenvolver competências para identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em residências ou outros locais, através da escolha adequada de materiais, tipo de iluminação e ventilação. Pode, também, promover competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações.

Para isso, será indispensável identificar fontes de energia térmica e percursos do calor, investigando propriedades de substâncias e processo de transformação de energia. A irreversibilidade dos processos térmicos será indispensável para que se compreendam tanto o sentido do fluxo de calor como a "crise de energia", assim como limites em sua utilização. Nessa perspectiva, menos ênfase deve ser dada, por exemplo, às escalas termométricas, e mais atenção aos aspectos propriamente termodinâmicos, envolvendo o funcionamento de máquinas térmicas, o próprio conceito de calor e modelos explicativos sobre seu trânsito na matéria, seja no aspecto macroscópico ou microscópico.

É ainda nesse espaço que se consegue possibilitar a compreensão da utilização do calor para a obtenção de outras formas de energia, identificando os diferentes sistemas e processos envolvidos, seu uso social e os impactos ambientais dele decorrentes.

Unidades temáticas

1. Fontes e trocas de calor

- Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos.
- Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e os diferentes processos de troca de calor, identificando a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos.
- Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.

2. Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores

- Compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em fenômenos naturais ou processos tecnológicos.
- Identificar a participação do calor e os processos envolvidos no funcionamento de máquinas térmicas de uso doméstico ou para outros fins, tais como geladeiras, motores de carro etc., visando à sua utilização adequada.
- Identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas.

3. O calor na vida e no ambiente

- Compreender o papel do calor na origem e manutenção da vida.
- Reconhecer os diferentes processos envolvendo calor e suas dinâmicas nos fenômenos climáticos para avaliar a intervenção humana sobre o clima.
- Identificar e avaliar os elementos que propiciam conforto térmico em ambientes fechados como sala de aula, cozinha, quarto etc., para utilizar e instalar adequadamente os aparelhos e equipamentos de uso corrente.

4. Energia: produção para uso social

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando ás escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

Tema 3. Som, imagem e informação

Para situar-se no mundo contemporâneo, é necessário compreender os atuais meios de comunicação e informação que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores. Estudar esses mecanismos significa propiciar competências para compreender, interpretar e lidar de forma apropriada com aparatos tecnológicos como a televisão, os aparelhos de reprodução de CDs e DVDs, o computador, o cinema ou mesmo a fotografia. Como obter registros de imagens ou de sons, como melhorar cópias, como projetar imagens, como amplificar sons, como isolar acusticamente uma sala, como melhorar a qualidade das informações registradas? Como som e imagem se associam em filmes, na tevê ou em vídeos?

Essa abordagem implica trabalhar tanto a natureza ondulatória comum ao som e à luz, quanto reconhecer suas especificidades. Isso inclui, quanto ao som, reconhecer suas características físicas, relacionando-as a fontes, "volume", timbre ou escalas musicais, os meios que aprimoram sua transmissão, amplificam ou reduzem sua intensidade e sua interação com a matéria, como a produção do "eco". Também inclui, quanto à luz, compreender a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes efeitos, como ver ao longe, de perto, ampliar ou reduzir imagens. Nesse sentido, o traçado dos raios de luz deve ser entendido como uma forma para

compreender a formação de imagens e não como algo real com significado próprio.

Significa também adquirir uma nova compreensão dos materiais, por meio de modelos sobre sua estrutura que explicam a natureza dos processos de interação da luz ou do som com esses meios. A natureza ondulatória e quântica da luz, assim como os modelos de absorção e emissão de energia pelos átomos, são alguns exemplos de aspectos indispensáveis para a compreensão das cores ou dos processos de registro de sons e imagens em fitas magnéticas, em papéis e em CDs.

O estudo do som e da imagem pode propiciar, ainda, meios para dimensionar o papel da informação para a vida social, acompanhando as transformações sociais que resultaram do domínio tecnológico, do registro, reprodução e velocidade de transmissão de informações ao longo da história.

Unidades temáticas

1. Fontes sonoras

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons para reconhecer as características que os diferenciam.
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como freqüência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes.
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora.

2. Formação e detecção de imagens

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

3. Gravação e reprodução de sons e imagens

- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

4. Transmissão de sons e imagem

- Conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação sob forma de sons e imagens para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou através de fibras ópticas.
- Compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

Tema 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações

Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, esfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens,

e assim por diante. Além disso, uma parte significativa das informações hoje disponíveis circula no planeta através de ondas eletromagnéticas, dispensando meios materiais para sua transmissão. Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? Como rádios e televisões transmitem informações? A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de fornecer condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização.

Para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou, ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço. Nessa perspectiva em que se procura conhecer a fenomenologia da eletricidade em situações reais, o estudo da eletrostática ganhará sentido quando em referência a situações concretas como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos pára-raios ou os perigos de choques elétricos.

Esse estudo deverá propiciar, ainda, a possibilidade de identificar e acompanhar o papel dos motores elétricos e dos desenvolvimentos tecnológicos associados à sua introdução no mundo produtivo, assim como das transformações produzidas pelos modernos meios de telecomunicações.

Unidades temáticas

1. Aparelhos elétricos

- Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, freqüência, potência etc.).
- Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
- Compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.
- Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

2. Motores elétricos

- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã, a magnetização de materiais ferromagnéticos ou a inseparabilidade dos pólos magnéticos.
- Reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos, para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia.
- Conhecer critérios que orientem a utilização de aparelhos elétricos como, por exemplo, especificações do Inmetro, gastos de energia, eficiência, riscos e cuidados, direitos do consumidor etc.

3. Geradores

- Em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.
- Compreender o funcionamento de pilhas e baterias, incluindo constituição material, processos químicos e transformações de energia, para seu uso e descarte adequados.
- Compreender o funcionamento de diferentes geradores para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.

4. Emissores e receptores

- Identificar a função de dispositivos como capacitores, indutores e transformadores para analisar suas diferentes formas de utilização.
- Compreender o funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular.
- Avaliar o impacto dos usos da eletricidade sobre a vida econômica e social.

Tema 5. Matéria e radiação

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.

Nessa abordagem, uma vez que a maior parte dos fenômenos envolvidos depende da interação da radiação com a matéria, será adequado um duplo enfoque: por um lado, discutindo os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e seus constituintes; por outro, caracterizando as radiações que compõem o espectro eletromagnético, por suas diferentes formas de interagir com a matéria. Essa compreensão das interações e da matéria, agora em nível microscópico, permite um novo olhar sobre algumas propriedades trabalhadas no ensino médio, tais como condutividade e transparência, mas permite também promover, como síntese, uma concepção mais abrangente do universo físico.

São esses modelos explicativos de matéria, de radiação e de suas interações que também possibilitam o desenvolvimento de novos materiais como cerâmicas, cristais e polímeros, ou novos sistemas tecnológicos como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, *lasers* e cabos de fibra óptica.

A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência.

Unidades temáticas

1. Matéria e suas propriedades

- Utilizar os modelos atômicos propostos para a constituição da matéria para explicar

diferentes propriedades dos materiais (térmicas, elétricas, magnéticas etc.).

- Relacionar os modelos de organização dos átomos e moléculas na constituição da matéria às características macroscópicas observáveis em cristais, cristais líquidos, polímeros, novos materiais etc.
- Compreender a constituição e organização da matéria viva e suas especificidades, relacionando-as aos modelos físicos estudados.

2. 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 através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia etc.).
- Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias.
- Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano.

3. Energia nuclear e radioatividade

- Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos.
- Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina.
- Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.

4. Eletrônica e informática

- Identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos.
- Identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação.
- Acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

Tema 6. Universo, Terra e vida

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações freqüentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra.

Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das

estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos.

Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões.

Unidades temáticas

1. Terra e sistema solar

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

2. O Universo e sua origem

- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

3. Compreensão humana do Universo

- Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.
- Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual.
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

Organização do trabalho escolar

Foram apresentados seis temas estruturadores, cada um dos quais organizado em uma seqüência de unidades temáticas que, entretanto, não devem ser entendidas como listas de conteúdos mínimos. Os temas, na verdade, exemplificam e sinalizam enfoques com que o conhecimento físico deve ser trabalhado para que seja possível promover as competências desejadas, indicando uma forma de organização para o trabalho em sala de aula no ensino médio.

A seqüência dos temas, a definição das unidades, o nível de aprofundamento e o ritmo de trabalho implicam escolhas específicas, respondendo às necessidades de cada escola e cada realidade. O número de aulas por semana e o contexto social em que está inserida a escola são, por exemplo, alguns dos elementos que influenciam no processo. No entanto, essas escolhas devem ser pautadas por critérios claros e compartilhados com o conjunto dos professores.

Um desses critérios é buscar dar abrangência ao conhecimento físico, ou seja, construir um panorama de diferentes fenômenos e processos considerados relevantes para a formação da cidadania. Isso significa que, ao final da educação básica, espera-se que todos os jovens tenham tido oportunidade de ter contato com cada um desses temas, embora, provavelmente, em profundidades ou extensões diferentes.

É possível que, em certas ocasiões, o trabalho acabe por concentrar-se em uma unidade por muito mais tempo do que nas outras, mas, ainda assim, seria indispensável promover uma ampla cobertura para que não se comprometam os objetivos propostos. No caso da Mecânica, por exemplo, limitar-se à fenomenologia cotidiana, que é o ponto de partida, impediria a construção das leis de conservação, da mesma forma que, limitar-se à Cinemática, como freqüentemente acontece, desfiguraria o objetivo maior, que inclui o estudo das causas de variação dos movimentos. Da mesma forma, o tratamento da Eletricidade, que tem seu sentido maior nos equipamentos elétricos, motores e geradores, não pode continuar limitado à Eletrostática, mas é indispensável que venha a tratar do Eletromagnetismo, em toda sua abrangência.

A seqüência e a forma de estruturar o conhecimento em temas também vão depender de como cada escola se organizará para o trabalho na área de Ciências da Natureza e Matemática, e também de seu projeto pedagógico ou, mais explicitamente, das competências que estejam sendo privilegiadas. Em uma dada escola, por exemplo, o projeto pedagógico pode visar incentivar a comunicação, tentando instaurar e ampliar a capacidade de diálogo, enquanto em outra pode centrar-se na questão da promoção da autonomia dos jovens, ou ainda em outra promover ações que revertam para melhoria das condições ambientais. Em cada uma dessas situações, os objetivos específicos da escola podem gerar novas articulações de competências e conhecimentos.

Por isso mesmo, a estrutura de temas é uma estrutura flexível, sendo que a abordagem de cada um dos temas e unidades deve mudar em função da seqüência de temas que estiver sendo utilizada. Se, por exemplo, o estudo dos equipamentos elétricos anteceder o tratamento de imagens e sons, mais ênfase pode ser dada aos processos de transformação dos sinais luminosos em elétricos.

Além disso, haverá certamente muitas maneiras diferentes para a organização das unidades, já que também elas se sobrepõem. Por exemplo, estudar geradores elétricos pode fazer mais sentido para uns no contexto da produção de energia. Já para outros, parecerá mais natural abordar esse aspecto no contexto dos equipamentos elétricos. Pode-se imaginar que o conjunto do conhecimento representado nas unidades constitui de fato uma ampla rede que permite diferentes percursos.

Há que se considerar também elementos de ordem prática. As escolas de uma mesma região terão que manter algum tipo de uniformidade, de forma a garantir que um aluno, ao trocar de escola, não tenha seu processo de formação comprometido.

Em resumo, os critérios para seleção, estabelecimento de seqüências e o planejamento devem ter como linhas mestras as competências e a necessidade de impregnar de significado prático e visão de mundo o conhecimento físico apresentado ao jovem.

Assim, o que é possível, no âmbito desse documento, é apenas exemplificar opções de organização do trabalho escolar a partir de diferentes seqüências, arranjos de temas e unidades temáticas. É nesse sentido que podemos apresentar algumas propostas, discutindo suas implicações.

Embora não exista uma seqüência obrigatória em relação ao desenvolvimento dos temas estruturadores, a ordem com que foram apresentados pode ser uma opção viável. Compreendendo seis temas, cada um poderia estar sendo desenvolvido em um semestre letivo.

Considerando os três anos de duração do ensino médio e para garantir um processo de crescimento dos alunos, algumas ênfases deveriam ser mantidas. Certamente, todas as competências estarão sendo promovidas em todas as séries, já que qualquer abordagem temática requer tanto linguagem, como investigação ou contextualização histórica e social. No entanto, é provável que haja diferenças quanto à forma e à abrangência com que competências são trabalhadas, pois de uma série de ensino para outra se espera que o crescimento dos alunos assim o exija.

No que diz respeito aos temas, ao contrário, podem ser identificados momentos diferentes, sendo apresentados abaixo alguns exemplos de diferentes seqüências, mantendo-se um tema por semestre letivo, ao longo dos três anos do ensino médio.

Seqüência 1

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e Informação	5. Matéria e radiação
2º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 2

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	2. Calor, ambiente e usos de energia	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações	5. Matéria e radiação
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	3. Som, imagem e informação	6. Universo, Terra e vida

Seqüência 3

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	6. Universo, Terra e vida	3. Som, imagem e informação	4. Equipamentos elétricos e telecomunicações
2º semestre	1. Movimentos: variações e conservações	2. Calor, ambiente e usos de energia	5. Matéria e radiação

Entende-se que a primeira série representa o espaço para uma primeira aproximação dos alunos ao conhecimento físico de uma forma bem concreta. Esse aspecto é ainda mais importante se considerarmos que os alunos estarão desvendando o sentido da

disciplinaridade, reconhecendo e identificando o que seja uma abordagem física, química ou biológica de um problema. Já no decorrer da segunda série, poderiam ser privilegiadas visões mais diversificadas, deixando à terceira série um espaço maior para temas que representem sínteses de visão de mundo com maior abstração, quando os estudantes já se encontram mais amadurecidos e com conhecimentos específicos que permitem fazer reflexões com maior profundidade e qualidade.

Assim, em todas as três seqüências apresentadas, embora os temas estruturadores escolhidos para cada série sejam diferentes, para a primeira série poderá estar reservado o desenvolvimento de competências investigativas mais simples, quase sempre em abordagens macroscópicas, e de compreensão da Física num nível mais fenomenológico. Para essa série, na Seqüência 1, o estudo do movimento pode se restringir à utilização das leis de conservação do movimento e da energia em sistemas simples, como aqueles que envolvem movimentos unidimensionais, ou relações diretas entre causa e efeito, relações matemáticas lineares etc. Reconhecendo, no entanto, o desenvolvimento e crescimento dos alunos, quando esse mesmo tema for abordado na segunda série, como na Seqüência 2, outras formas de abordagem podem ser privilegiadas, incluindo competências relativas à compreensão de processos de produção tecnológica, envolvendo cálculos mais complexos de trabalho, eficiência de motores e até análise de movimentos bidimensionais.

Tendo como objetivo o desenvolvimento de competências, é sempre possível tratar qualquer um desses temas em qualquer das séries. Entretanto, existem temas mais adequados para o desenvolvimento de certas competências, como é o caso dos temas **Matéria e radiação** e **Universo, Terra e vida**, que são propostos para a terceira série por apresentarem elementos que permitem realizar sínteses mais consistentes.

Nada impede, porém, que o tema Universo, Terra e vida venha a ser trabalhado na primeira série. Nesse caso, contudo, o tratamento mais adequado será aquele que, ao invés de privilegiar sínteses, parta, por exemplo, da observação e tome como referência os fenômenos que no dia-a-dia revelam os movimentos da Terra em torno do Sol.

Esses exemplos constituem-se em exercícios que buscam explicitar, por um lado, a flexibilidade necessária para contemplar diferentes realidades e, por outro, o sentido único que o desenvolvimento de competências permite imprimir ao trabalho.

Nessa perspectiva, também deve ter ficado claro que não é necessário manter a abordagem de um único tema por semestre letivo, desde que seja propiciada uma abordagem ampla dos fenômenos físicos, ainda que em níveis de aprofundamento diferenciados.

Finalmente, é indispensável lembrar que essas definições transcendem o espaço de decisão de um professor de Física isoladamente, mas devem ser produto de discussões coletivas envolvendo professores de diferentes áreas, direção da escola, diálogo entre escolas de perfil equivalente ou que atendem a regiões vizinhas, e até mesmo redes locais.

Estratégias para a ação

A discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas, na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam, de forma bem mais concreta, o que se deseja promover.

Fazer opções por determinadas formas de ação ou encaminhamento das atividades

não é tarefa simples, já que exige o reconhecimento do contexto escolar específico, suas características e prioridades expressas nos projetos dos professores e alunos e nos projetos pedagógicos das escolas. Discutir estratégias não deve, também, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula. Mesmo reconhecendo a complexidade da questão, será sempre possível apresentar alguns exemplos com o objetivo de reforçar o significado último que se deseja do trabalho escolar no que diz respeito mais de perto ao fazer da Física.

O mundo vivencial

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo.

Como exemplo, podem ser utilizados os meios de informação contemporâneos que estiverem disponíveis na realidade do aluno, tais como notícias de jornal, livros de ficção científica, literatura, programas de televisão, vídeos, promovendo diferentes leituras e/ou análises críticas. Ou pode ser sugerida a utilização do saber de profissionais, especialistas, cientistas ou tecnólogos, tais como eletricistas, mecânicos de automóveis, como fonte de aquisição do conhecimento incorporado a suas respectivas práticas, utilizando entrevistas. Ainda podem ser estimuladas visitas a museus de ciência, exposições, usinas hidrelétricas, linhas de montagem de fábricas, frigoríficos, instituições sociais relevantes, de forma a permitir ao aluno construir uma percepção significativa da realidade em que vive.

Todas essas estratégias reforçam a necessidade de considerar o mundo em que o jovem está inserido, não somente através do reconhecimento de seu cotidiano enquanto objeto de estudo, mas também de todas as dimensões culturais, sociais e tecnológicas que podem ser por ele vivenciadas na cidade ou região em que vive.

Concepção de mundo dos alunos

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência. Em relação aos movimentos, por exemplo, muitos acreditam que só há movimento com a ação de uma força, tendo dificuldade em associar a força à **variação** do movimento. É freqüente deparar-se, também, com explicações para os processos térmicos em que frio e quente correspondem a algo que se movimenta de um corpo a outro, da mesma forma que utilizam modelos que incluem dois tipos de corrente, positiva e negativa, cada um ligado a um dos pólos da tomada.

Muitas vezes a incompreensão do professor sobre certas respostas que os alunos apresentam em sala de aula deve-se a seu desconhecimento sobre esses modelos construídos intuitivamente. Da mesma forma, esses modelos explicam também a dificuldade dos alunos em compreender e assimilar os modelos que lhes são apresentados.

Para que ocorra um efetivo diálogo pedagógico, é necessário estar atento ao reconhecimento dessas formas de pensar dos alunos, respeitando-as, pois são elas que possibilitam traçar estratégias de ensino que permitem a construção da visão científica, através da confrontação do poder explicativo de seus modelos intuitivos com aqueles elaborados pela ciência.

O sentido da experimentação

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se "experiências" que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas.

Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais.

Formas de expressão do saber da Física

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas.

Todas essas estratégias permitem formas de representar e sistematizar o conhecimento que se confundem com a própria produção de um novo conhecimento, contribuindo também para explicitar e reforçar as relações do conhecimento científico com outras formas de expressão do saber.

Resolução de problemas

Muitas vezes, o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, nos quais o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser

utilizada. Esse tipo de questão que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências.

Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das **fórmulas**. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidos anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa. Substituir um problema por uma situação-problema, nesse contexto, ganha também um novo sentido, pois se passa a lidar com algo real ou próximo dele.

Por exemplo, é bem diferente a natureza das competências envolvidas na solução de um dado problema em que é apenas solicitado o cálculo da distância percorrida por um corpo com desaceleração constante, e de um outro em que se solicita a análise das conseqüências de altas velocidades de veículos. Embora nessas duas situações a solução do problema exija o mesmo instrumental matemático, a própria estratégia para a resolução de problemas é também diferente. Enquanto na primeira trata-se de associar os elementos do enunciado a uma equação matemática, já na segunda são necessários a identificação da situação-problema, o levantamento de hipóteses, a escolha de caminhos para a solução, além da análise dos resultados, principalmente no que diz respeito à sua coerência com o que o aluno conhece da realidade.

A Física como cultura

Passar a tratar a Física como parte da cultura contemporânea abre, sem dúvida, uma interface muito expressiva do conhecimento em Física com a vida social, seja através da visita a museus, planetários, exposições, centros de ciência, seja por meio de um olhar mais atento a produções literárias, peças de teatro, letras de música e performances musicais. Cada vez mais elementos do mundo científico, sua linguagem e principalmente a visão de mundo que o traduz estão presentes num amplo conjunto de manifestações sociais. Da mesma forma, as questões relativas ao desenvolvimento tecnológico e ao desenvolvimento econômico, em diferentes níveis, acompanham o dia-a-dia da vida contemporânea e freqüentemente podem ser analisadas na perspectiva do conhecimento científico.

Finalmente, e para além da história da Física, cada lugar tem sua história, que inclui contribuições para o desenvolvimento do saber inserido na realidade da cidade ou da região com seus protagonistas próprios. Investigar e resgatar a história do desenvolvimento do saber técnico e científico local pode também ser uma estratégia significativa na direção do estabelecimento de uma visão da ciência enquanto atividade humana e social.

Há, portanto, um amplo conjunto de atividades, como as exemplificadas, que podem contribuir para que o ensino de Física promova competências de caráter cultural e social, conferindo ao conhecimento científico suas dimensões mais humanas.

A responsabilidade social

Na perspectiva da formação desejada, o conhecimento e as competências promovidos somente adquirem seu sentido pleno quando transformados em ação.

Assim, será importante estimular a efetiva participação dos jovens na vida de seu bairro e cidade, conscientizando-os de sua responsabilidade social. Isso poderá ser feito por meio de projetos que envolvam intervenções na realidade em que vivem,

incluindo desde ações de difusão de conhecimento, como por ocasião de eclipses, por exemplo, a levantamento de dados, como, por exemplo, em relação às formas de consumo da população e seus direitos como consumidores, ou propondo ações para minimizar o consumo de água e energia ou monitorando fluxos de tráfego, poluição ambiental ou poluição sonora, acompanhando o impacto ambiental de indústrias, identificando os problemas da comunidade, sempre buscando intervenções significativas no bairro ou localidade. Ações dessa natureza podem fazer com que os jovens se sintam de fato detentores de um saber significativo, a serviço de uma comunidade, expressão de sua cidadania.

O conjunto das idéias aqui apresentadas procurou explicitar algumas das dimensões a serem consideradas na reformulação das práticas e objetivos formativos do ensino de Física no ensino médio. Deve ser considerado, no entanto, apenas como o ponto de partida para uma discussão hoje imprescindível e urgente. É necessário que seja dada uma atenção toda especial para a articulação entre as competências, conhecimentos e estratégias a serem propostos e desenvolvidos para que gradualmente possam ser identificados os fatores que integram esses vários aspectos, concretizando novas práticas de sala de aula. Discussão, reflexão, troca de experiências e vivências são as tarefas de sempre, mas prioritárias no momento. E, embora a questão educacional tenha sempre se revelado como altamente complexa, a garantia de sucesso para a empreitada é nunca perder de vista o objetivo último da cidadania desejada, uma cidadania consciente, atuante e solidária.

Química

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 Assim, em consonância com a própria história do desenvolvimento desta ciência, a Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: **transformações químicas, materiais e suas propriedades** e **modelos explicativos**. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante especialmente se, ao tripé de conhecimentos químicos, se agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em:

- contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento

de ligações com outros campos de conhecimento;

- respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo, que garanta ao estudante tratamento atento a sua formação e seus interesses;
- desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos do ensino.

A aprendizagem de química, nessa perspectiva, facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. Por exemplo, uma discussão sobre combustíveis em sala de aula pode envolver cálculos termoquímicos que permitem obter e comparar a energia fornecida na queima de uma dada quantidade de combustível. Entretanto, é possível e recomendável que se dê uma abordagem mais abrangente a essa questão, discutindo-se aspectos como a origem e o meio de obtenção dos combustíveis, sua disponibilidade na natureza, o custo da energia gerada, a quantidade de poluentes atmosféricos produzidos na queima de cada um deles, os efeitos desses poluentes sobre o ambiente e a saúde humana, os meios eficazes para minimizá-los ou evitá-los, a responsabilidade individual e social envolvida em decisões dessa natureza e a viabilidade de outras fontes de energia menos poluentes.

Assim, as escolhas sobre o que ensinar devem se pautar pela seleção de conteúdos e temas relevantes que favoreçam a compreensão do mundo natural, social, político e econômico. E, para isso, a forma de tratamento desses temas e conteúdos é determinante e deve contemplar o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores. O conhecimento construído com essa abrangência, de forma integrada a outras ciências e campos do saber, dentro de contextos reais e considerando a formação e interesses de cada estudante, estará propiciando o desenvolvimento das diferentes competências propostas nos PCNEM, as quais iremos retomar e desenvolver com maior detalhamento. Nos tópicos seguintes, passaremos a discutir uma proposta de temas estruturadores do ensino associados a essas competências, algumas sugestões pedagógicas e formas de organização para o seu desenvolvimento ao longo das três séries do ensino médio.

As competências em Química

As competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dizem respeito aos domínios da **representação e comunicação**, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; da **investigação e compreensão**, ou seja, o uso de idéias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina; e da **contextualização sócio-cultural**, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas.

As competências, em qualquer desses domínios, se inter-relacionam e se combinam, não havendo uma hierarquia entre elas. No ensino da Química, os conteúdos abordados e as atividades desenvolvidas devem ser propostos de forma a promover o desenvolvimento de competências dentro desses três domínios, com suas características e especificidades próprias, as quais passamos a detalhar nos quadros a seguir.

Representação e comunicação	
Na área	**Em Química**
Símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer e compreender símbolos, códigos e nomenclatura própria da Química e da tecnologia química; por exemplo, interpretar símbolos e termos químicos em rótulos de produtos alimentícios, águas minerais, produtos de limpeza e bulas de medicamentos; ou mencionados em notícias e artigos jornalísticos. • Identificar e relacionar unidades de medida usadas para diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Ler e interpretar informações e dados apresentados com diferentes linguagens ou formas de representação, – como símbolos, fórmulas e equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas, equações. • Selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras. Por exemplo, traduzir em gráficos informações de tabelas ou textos sobre índices de poluição atmosférica em diferentes períodos ou locais.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados em diferentes meios.	• Analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos em alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens. • Consultar e pesquisar diferentes fontes de informação, como enciclopédias, textos didáticos, manuais, teses, internet, entrevistas a técnicos e especialistas.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	• Descrever fenômenos, substâncias, materiais, propriedades e eventos químicos, em linguagem científica, relacionando-os a descrições na linguagem corrente; por exemplo, articulando o significado de idéias como queima com o conceito científico de combustão, dando o significado adequado para expressões como “produto natural”, “sabonete neutro”, ou “alface orgânica”. • Elaborar e sistematizar comunicações descritivas e analíticas pertinentes a eventos químicos, utilizando linguagem científica, por exemplo, relatar visita a uma indústria química, informando sobre seus processos; elaborar relatório de experimento, descrevendo materiais, procedimentos e conclusões; elaborar questões para entrevista a técnico de algum campo da química, apresentar seminários e fazer sínteses.

Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Diante de informações ou problema relacionados à Química, argumentar apresentando razões e justificativas; por exemplo, conhecendo o processo e custo da obtenção do alumínio a partir da eletrólise, posicionar-se sobre as vantagens e limitações da sua reciclagem; em uma discussão sobre o lixo, apresentar argumentos contra ou a favor da incineração ou acumulação em aterro.

Investigação e compreensão	
Na área	**Em Química**
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar as informações ou variáveis relevantes em uma situação-problema e elaborar possíveis estratégias para equacioná-la ou resolvê-la.	• Dada uma situação-problema, envolvendo diferentes dados de natureza química, identificar as informações relevantes para solucioná-la; por exemplo, avaliar a viabilidade de uma fonte de água para consumo, identificando as grandezas e indicadores de qualidade, como pH, concentrações de substâncias e vetores patogênicos; para substituir lenha por carvão vegetal como fonte de energia térmica, consultar os respectivos valores de • Reconhecer, propor ou resolver um problema, selecionando procedimentos e estratégias adequados para a sua solução; por exemplo, em pesquisa sobre potabilidade de água, definir critérios de potabilidade, medidas, análises e cálculos necessários.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Reconhecer e compreender fenômenos envolvendo interações e transformações químicas, identificando regularidades e invariantes, por exemplo, reconhecer a conservação no número de átomos de cada substância, assim como a conservação de energia, nas transformações químicas e nas representações das reações. • Compreender que as interações entre matéria e energia, em um certo tempo, resultam em modificações da forma ou natureza da matéria, considerando os aspectos qualitativos e macroscópicos; por exemplo, o desgaste mecânico que modifica a sua forma, ou por outra interação, que modifica a natureza do material; interações do calcário com o calor resultam em modificações na natureza, obtendo-se um novo material, a cal. • Identificar transformações químicas pela percepção de mudanças na natureza dos materiais ou da energia, associando-as a uma dada escala de tempo; por exemplo, identificar que rochas magmáticas, como granito e basalto, se transformam em sedimentares, como areia e argila, ou metamórficas, como mármore e ardósia, em escalas de tempo

	geológicas; perceber explosões como combustões completas, onde todos os reagentes se transformam em produtos, durante curto tempo, transformando energia em trabalho.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Fazer previsões e estimativas de quantidades ou intervalos esperados para os resultados de medidas; por exemplo, prever relações entre massas, energia ou intervalos de tempo em transformações químicas. • Selecionar e utilizar materiais e equipamentos adequados para fazer medidas, cálculos e realizar experimentos; por exemplo, selecionar material para o preparo de uma solução em função da finalidade; selecionar instrumentos para medidas de massa, temperatura, volume, densidade e concentração. • Compreender e fazer uso apropriado de escalas, ao realizar, medir ou fazer representações. Por exemplo: ler e interpretar escalas em instrumentos como termômetros, balanças e indicadores de pH.
Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Reconhecer modelos explicativos de diferentes épocas sobre a natureza dos materiais e suas transformações; por exemplo, identificar os principais modelos de constituição da matéria criados ao longo do desenvolvimento científico. • Elaborar e utilizar modelos macroscópicos e microscópicos para interpretar transformações químicas; por exemplo, elaborar modelos para explicar o fato de a água doce com sabão produzir espuma, e a água salgada, não, ou para compreender o poder corrosivo de ácidos fortes. • Reconhecer, nas limitações de um modelo explicativo, a necessidade de alterá-lo; por exemplo, perceber até onde o modelo de Rutherford foi suficiente e por quais razões precisou dar lugar a outra imagem do átomo. • Elaborar e utilizar modelos científicos que modifiquem as explicações do senso comum; por exemplo, a idéia de que óleo e água não se misturam devido a diferenças de densidade e não por questões de interação entre partículas.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	• Construir uma visão sistematizada das diferentes linguagens e campos de estudo da Química, estabelecendo conexões entre seus diferentes temas e conteúdos. • Adquirir uma compreensão do mundo da qual a Química é parte integrante através dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos. • Articular o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema. Por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos em estudos sobre a produção, destino e tratamento de lixo ou sobre a composição, poluição e tratamento das águas com aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Contextualização sócio-cultural	
Na área	**Em Química**
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Reconhecer e compreender a ciência e tecnologia químicas como criação humana, portanto inseridas na história e na sociedade em diferentes épocas; por exemplo, identificar a alquimia, na Idade Média, como visão de mundo típica da época. • Perceber o papel desempenhado pela Química no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história; por exemplo, perceber que a manipulação do ferro e suas ligas, empírica e mítica, tinha a ver, no passado, com o poder do grupo social que a detinha, e que hoje, explicada pela ciência, continua relacionada a aspectos políticos e sociais.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	• Identificar a 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. • Compreender as formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir; por exemplo, discutir a associação irrefletida de "produtos químicos" com algo sempre nocivo ao ambiente ou à saúde. • Promover e interagir com eventos e equipamentos culturais, voltados à difusão da ciência, como museus, exposições científicas, peças de teatro, programas de tevê.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Reconhecer o papel do conhecimento químico no desenvolvimento tecnológico atual, em diferentes áreas do setor produtivo, industrial e agrícola; por exemplo, na fabricação de alimentos, corantes, medicamentos e novos materiais. • Reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente, por exemplo, o uso de CFC – cloro-flúor-carbono –, de inseticidas e agrotóxicos, de aditivos nos alimentos, os tratamentos de água e de lixo, a emissão de poluentes que aumentam o efeito estufa na atmosfera. • Articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico e o de outras áreas no enfrentamento de situações-problema; por exemplo, identificar e relacionar aspectos químicos, físicos e biológicos da produção e do uso de metais, combustíveis e plásticos, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	• Reconhecer as responsabilidades sociais decorrentes da aquisição de conhecimento na defesa da qualidade de vida e dos direitos do consumidor; por exemplo, para notificar órgãos responsáveis diante de ações como destinações impróprias de lixo ou de produtos tóxicos, fraudes em produtos alimentícios ou em suas embalagens. • Compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos.

Temas estruturadores do ensino de Química

A proposta de organização dos conteúdos apresentada a seguir leva em consideração duas perspectivas para o ensino de Química presentes nos PCNEM: 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 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.

Uma maneira de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados é pelos "temas estruturadores", que permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios. Tomando como foco de estudo as **transformações químicas** que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos, são sugeridos nove temas estruturadores, apresentados abaixo:

1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas
2. Primeiros modelos de constituição da matéria
3. Energia e transformação química
4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas
5. Química e atmosfera
6. Química e hidrosfera
7. Química e litosfera
8. Química e biosfera
9. Modelos quânticos e propriedades químicas

Cinco desses temas abordam a transformação química em diferentes níveis de complexidade: o **reconhecimento de transformações químicas** por meio de fatos ou

fenômenos (1); os **diferentes modelos de constituição da matéria** criados para explicá-la (2 e 9); as **trocas de energia** envolvidas nas transformações (3); e a **dinâmica** dos processos químicos (4). Para uma compreensão ampla das transformações químicas em diferentes níveis, é necessário que se saiba estabelecer relações entre as grandezas envolvidas, que se reconheça em que extensão a transformação ocorre, que se identifiquem, caracterizem e quantifiquem os seus reagentes e produtos, as formas de energia nela presentes e a rapidez do processo. Esse conhecimento ganha um novo significado ao se interpretar os fenômenos tratados por meio de modelos explicativos. Isto é o que se propõe no desenvolvimento dos quatro primeiros temas.

O instrumental desenvolvido inicialmente (de 1 a 4) permite entender como o ser humano tem produzido materiais a partir dos recursos disponíveis na Terra e vem modificando o ambiente e os seus estilos e qualidade de vida. Assim, os outros quatro temas estruturadores propostos enfocam os materiais extraídos e sintetizados pelo homem na atmosfera (5), hidrosfera (6), litosfera (7) e biosfera (8), seus processos de produção, seus usos e as implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas deles decorrentes. Esse conjunto de temas das várias "esferas" (5 a 8) tem como fio condutor a sobrevivência do ser humano, sob a ótica do conhecimento químico. Entender como o ser humano vem se utilizando e se apropriando do mundo natural exige o estabelecimento de relações entre os muitos campos do saber, de maneira que o olhar da Química não exclui, ao contrário, necessita de constante interação com conhecimentos da Biologia, Astronomia, Física, História, Geografia, Geologia e até mesmo da Economia, Sociologia e Antropologia.

De volta aos modelos (9), dá-se um fecho conceitual à visão física e química da estrutura da matéria. A seguir são apresentados e discutidos os nove temas estruturadores dos conteúdos propostos para o ensino médio de Química no tratamento dos quais podem ser desenvolvidas as competências e habilidades apresentadas no tópico anterior.

Tema 1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas

No início do estudo da Química, é importante apresentar aos alunos fatos concretos, observáveis e mensuráveis acerca das transformações químicas, considerando que sua visão do mundo físico é preponderantemente macroscópica. Nessa fase inicial, a aprendizagem é facilitada quando se trabalha com exemplos reais e perceptíveis.

Neste tema, procura-se construir um primeiro entendimento da transformação química e suas regularidades, perceptíveis ou não, através da observação que ocorre em um certo intervalo de tempo, com relações proporcionais entre as massas dos reagentes e dos produtos, entre massa e energia (balanço energético), e cujos reagentes e produtos podem ser isolados e caracterizados por suas propriedades. Em geral, tais conceitos são apresentados de forma isolada, alguns superficialmente, outros aprofundadamente, mas sem articulação que permita a construção de uma idéia significativa e abrangente da transformação química.

O desenvolvimento deste tema permite o desenvolvimento de competências gerais como: articular e traduzir a linguagem do senso comum para a científica e tecnológica; identificar dados e variáveis relevantes presentes em transformações químicas; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para realizar cálculos, medidas e experimentos; fazer previsões e estimativas; compreender a participação de eventos químicos nos ambientes naturais e tecnológicos.

Unidades temáticas

1. Transformações químicas no dia-a-dia: transformações rápidas e lentas e suas evidências macroscópicas; liberação ou absorção de energia nas transformações.

- Reconhecer as transformações químicas por meio de diferenças entre os seus estados iniciais e finais.
- Descrever transformações químicas em diferentes linguagens e representações, traduzindo umas nas outras.
- Reconhecer que a transformação química ocorre em um certo intervalo de tempo.
- Identificar formas de energia presentes nas transformações químicas.
- Reconhecer transformações químicas que ocorrem na natureza e em diferentes sistemas produtivos ou tecnológicos.
- Buscar informações sobre transformações químicas que ocorrem na natureza em diferentes sistemas produtivos e tecnológicos.

2. Relações quantitativas de massa: conservação da massa nas transformações químicas (Lavoisier); proporção entre as massas de reagentes e de produtos (Proust); relação entre calor envolvido na transformação e massas de reagentes e produtos.

- Compreender e utilizar a conservação da massa nas transformações químicas.
- Compreender e utilizar a proporção de reagentes e produtos nas transformações químicas.
- Estabelecer relação entre o calor envolvido nas transformações químicas e as massas de reagentes e produtos.
- Representar e interpretar informações sobre variáveis nas transformações químicas por meio de tabelas e gráficos.
- Fazer previsões de quantidades de reagentes, de produtos e energia envolvidas em uma transformação química.
- Buscar informações sobre as transformações químicas que ocorrem na natureza e nos sistemas produtivos.
- Associar dados e informações sobre matérias-primas, reagentes e produtos de transformações químicas que ocorrem nos sistemas produtivos, com suas implicações ambientais e sociais.

3. Reagentes, produtos e suas propriedades: caracterização de materiais e substâncias que constituem os reagentes e produtos das transformações em termos de suas propriedades; separação e identificação das substâncias.

- Identificar uma substância, reagente ou produto, por algumas de suas propriedades características: temperatura de fusão e de ebulição; densidade, solubilidade, condutividade térmica e elétrica.
- Utilizar as propriedades para caracterizar uma substância pura.
- Representar informações experimentais referentes às propriedades das substâncias em tabelas e gráficos e interpretar tendências e relações sobre essas propriedades.
- Elaborar procedimentos experimentais baseados nas propriedades dos materiais, objetivando a separação de uma ou mais substâncias presentes em um sistema (filtração, flotação, destilação, recristalização, sublimação).
- Identificar e avaliar as implicações dos métodos de separação de substância utilizados nos sistemas produtivos.

Tema 2. Primeiros modelos de constituição da matéria

Tendo a proposta de ensino sido inicialmente direcionada para que o aluno reconheça e caracterize as transformações químicas, pode-se passar ao tratamento dos modelos explicativos dos fenômenos nelas envolvidos, através do estudo da evolução das idéias sobre a constituição da matéria.

O modelo de Dalton explica alguns dos fenômenos apresentados no Tema estruturador 1 – a transformação química como reorganização de átomos e as relações proporcionais de massa. Entretanto, com o modelo de estrutura atômica proposto inicialmente por Rutherford, e mais tarde com o introduzido pela Física Quântica, pode-se ter uma compreensão da constituição da matéria considerando interações eletrostáticas que levam à formação e ruptura de ligações químicas, com transferência de elétrons entre os átomos (ligação iônica) ou seu "compartilhamento" (ligação covalente). Os modelos quânticos, mais elaborados, não são necessários para o entendimento dos conhecimentos desenvolvidos até esse ponto e serão propostos adiante (9).

É fundamental que se mostre através da história, as transformações das idéias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas idéias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma idéia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época.

Os assuntos tratados neste tema podem propiciar o desenvolvimento de competências gerais tais como: compreender e usar os símbolos, códigos e nomenclatura específicos da Química; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para realizar cálculos, medidas e experimentos; reconhecer a necessidade e os limites de modelos explicativos relativos à natureza dos materiais e suas transformações; reconhecer e compreender a Química como resultado de uma construção humana, inserida na história e na sociedade.

Unidades temáticas

1. **Primeiras idéias ou modelos sobre a constituição da matéria:** idéias de Dalton sobre transformação química e relações entre massas (Lavoisier e Proust); modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a desintegração radioativa; idéias sobre interações entre os átomos formando substâncias – ligação química como resultante de interações eletrostáticas.
   - Compreender e utilizar as idéias de Dalton para explicar as transformações químicas e suas relações de massa.
   - Compreender e utilizar as idéias de Rutherford para explicar a natureza elétrica da matéria.
   - Compreender a ligação química como resultante de interações eletrostáticas.
   - Compreender a transformação química como resultante de quebra e formação de ligação.
   - Compreender os modelos explicativos como construções humanas num dado contexto histórico e social.
   - Reconhecer que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório.

2. **Representação de transformações químicas:** representação das substâncias e do rearranjo dos átomos nas transformações químicas – símbolos, fórmulas e equações.

- Representar as substâncias e as transformações químicas a partir dos códigos, símbolos e expressões próprios da Química.
- Traduzir a linguagem simbólica da Química, compreendendo seu significado em termos microscópicos.
- Utilizar fontes de informações para conhecer símbolos, fórmulas e nomes de substâncias.

3. Relações quantitativas envolvidas na transformação química: relação entre quantidade de matéria e energia; estequiometria e rendimento, concentração de soluções.

- Traduzir, em termos de quantidade de matéria (mol), as relações quantitativas de massa nas transformações químicas.
- Traduzir as relações entre massa e energia nas transformações químicas em termos de quantidade de matéria e energia.
- Compreender as relações quantitativas de massa, de quantidade de matéria (mol) nas transformações químicas que ocorrem em soluções de acordo com suas concentrações e associá-las à estequiometria da transformação.
- Correlacionar dados relativos à concentração de certas soluções nos sistemas naturais a possíveis problemas ambientais.
- Estabelecer relação entre a estequiometria e o rendimento das transformações químicas, e prever, em função dessa relação, quantidades envolvidas nas transformações químicas que ocorrem na natureza e nos sistemas produtivos, industrial e rural.
- Propor procedimentos experimentais para conhecer as quantidades envolvidas e o rendimento de uma transformação química.
- Avaliar possíveis implicações das relações quantitativas nas transformações químicas que ocorrem nos sistemas produtivos, rural e industrial.

Tema 3. Energia e transformação química

A energia envolvida nas transformações químicas é inicialmente tratada nos dois primeiros temas, segundo aspectos qualitativos e macroscópicos (reações endotérmicas e exotérmicas), seguindo-se de aspectos quantitativos (relação entre massa e energia) e do ponto de vista da ligação química como resultado de interações eletrostáticas.

Este tema tem como foco a construção de uma visão mais abrangente sobre a "produção" e o "consumo" de energia nas transformações químicas, desde os aspectos conceituais, nos quais se identificam as diferentes formas de energia que dão origem ou que resultam das transformações químicas e a relação entre energia e estrutura das substâncias, até aspectos sociais associados a produção e uso de energia nos sistemas naturais e tecnológicos.

Ressalta-se, aqui, a estreita correlação deste tema com a Física e a Biologia, nas quais também estão presentes idéias sobre energia. Especialmente no caso da Física, as diferentes formas, transformações e conservação da energia são tratadas em diferentes temas e, em particular, a energia nuclear, também uma unidade temática do estudo da Física. Nesse sentido, é essencial que haja um intercâmbio entre os professores e que, cada um em sua disciplina, aponte para essa integração: o conceito de energia, seja nos fenômenos químicos, biológicos ou físicos e suas manifestações nos sistemas naturais ou tecnológicos, é um só. E isso pode ficar mais evidente quando se trata de exemplos e situações reais, onde o que muda é o modo de olhar, o interesse e a estrutura conceitual de uma ou outra ciência, e não a realidade.

Este tema favorece o desenvolvimento de competências tais como: compreender a produção e o uso de energia em diferentes fenômenos e processos químicos e interpretá-los de acordo com modelos explicativos; avaliar e julgar os benefícios e riscos da produção e do uso de diferentes formas de energia nos sistemas naturais e construídos pelo homem; articular a Química com outras áreas de conhecimento.

Unidades temáticas

1. **Produção e consumo de energia térmica e elétrica nas transformações químicas:** entalpia de reação (balanço energético entre ruptura e formação de novas ligações); reações de óxido-redução envolvidas na produção e consumo de energia elétrica; potenciais de eletrodo; energia de ligação.
   - Identificar a produção de energia térmica e elétrica em diferentes transformações químicas.
   - Relacionar a formação e a ruptura de ligação química com energia térmica.
   - Compreender a entalpia de reação como resultante do balanço energético advindo de formação e ruptura de ligação química.
   - Prever a entalpia de uma transformação química a partir de informações pertinentes obtidas em tabelas, gráficos e outras fontes.
   - Relacionar a energia elétrica produzida e consumida na transformação química e os processos de oxidação e redução.
   - Compreender os processos de oxidação e de redução a partir das idéias sobre a estrutura da matéria.
   - Prever a energia elétrica envolvida numa transformação química a partir dos potenciais-padrões de eletrodo das transformações de oxidação e redução.
   - Compreender a evolução das idéias sobre pilhas e eletrólise, reconhecendo as relações entre conhecimento empírico e modelos explicativos.
   - Buscar informações sobre transformações químicas que produzem energia utilizadas nos sistemas produtivos.
   - Avaliar as implicações sociais e ambientais do uso de energia elétrica e térmica provenientes de transformações químicas.

2. **Energia e estrutura das substâncias:** interações eletrostáticas entre átomos, moléculas e íons nos sólidos e líquidos; ligações covalentes, iônicas e metálicas como resultantes de interações eletrostáticas; relação entre propriedades da substância e sua estrutura; as experiências de Faraday (eletrólise) para explicar o consumo de energia, em quantidades iguais a múltiplos de uma certa quantidade fixa de eletricidade; teorias da valência para explicar a ligação covalente.
   - Identificar e compreender a energia envolvida na formação e na quebra de ligações químicas.
   - Compreender os estados sólido, líquido e gasoso em função das interações eletrostáticas entre átomos, moléculas ou íons.
   - Compreender as ligações químicas como resultantes de interações eletrostáticas entre átomos, moléculas ou íons.
   - Relacionar as propriedades macroscópicas das substâncias e as ligações químicas entre seus átomos, moléculas ou íons.

3. **Produção e consumo de energia nuclear:** processos de fusão e fissão nucleares; transformações nucleares como fonte de energia.

- Compreender os processos de fusão e fissão nucleares e a produção de energia neles envolvida.
- Reconhecer transformações nucleares como fonte de energia.
- Buscar fontes de informação sobre geração e uso de energia nuclear.
- Avaliar os riscos e benefícios dos diferentes usos da energia nuclear.

Tema 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas

Os conhecimentos relativos ao tempo envolvido nas transformações químicas, bem como à quantidade de produto formado, já foram propostos anteriormente, considerando a transformação total dos reagentes em produtos. O objetivo deste tema é reelaborar as idéias sobre o tempo e as quantidades envolvidas nas transformações químicas, considerando a cinética da transformação e o estado de equilíbrio químico caracterizado, em qualquer que seja o sistema em estudo, pela coexistência de reagentes e produtos em constante interação.

Vale a pena ressaltar que a expressão matemática representativa do estado de equilíbrio deve ser entendida como uma relação entre as concentrações de reagentes e produtos e não como uma mera fórmula matemática.

Este tema pode desenvolver competências tais como: identificar transformações químicas pela percepção de mudanças associadas a dada escala de tempo; compreender e utilizar modelos explicativos para reelaborar conceitos e idéias sobre fenômenos químicos; selecionar e utilizar materiais e equipamentos para realizar cálculos, medidas e experimentos; articular e integrar a Química a outras áreas de conhecimento.

Unidades temáticas

1. **Controle da rapidez das transformações no dia-a-dia:** variáveis que modificam a rapidez de uma transformação química; modelos explicativos.
   - Observar e identificar transformações químicas que ocorrem em diferentes escalas de tempo.
   - Reconhecer e controlar variáveis que podem modificar a rapidez de uma transformação química (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação, catalisador).
   - Propor e utilizar modelos explicativos para compreender a rapidez das transformações químicas.
   - Reconhecer as relações quantitativas empíricas entre rapidez, concentração e pressão, traduzindo-as em linguagem matemática.
   - Propor procedimentos experimentais para determinar e controlar a rapidez de uma transformação química.

2. **Estado de equilíbrio químico:** coexistência de reagentes e produtos; estado de equilíbrio e extensão da transformação; variáveis que modificam o estado de equilíbrio; previsões quantitativas, modelos explicativos.
   - Reconhecer que, em certas transformações; químicas, há coexistência de reagentes e produtos (estado de equilíbrio químico, extensão da transformação).
   - Identificar as variáveis que perturbam o estado de equilíbrio químico.
   - Representar, através da constante de equilíbrio químico, a relação entre as concentrações de reagentes e produtos em uma transformação química.

- Prever as quantidades de reagentes e produtos numa transformação química em equilíbrio.
- Propor e utilizar modelos explicativos para compreender o equilíbrio químico.
- Compreender a importância e o controle da dinâmica das transformações químicas nos processos naturais e produtivos.
- Propor meios e avaliar as conseqüências de modificar a dinâmica de uma transformação química.

Tema 5. Química e atmosfera

Na perspectiva da interação do ser humano com seu mundo físico, este tema estruturador trata das relações entre o homem e a atmosfera, considerando principalmente os aspectos químicos envolvidos.

Propõe-se iniciar pelo estudo da composição química da atmosfera, desde sua origem até os tempos atuais, passando-se em seguida a discutir os recursos materiais extraídos da atmosfera e suas transformações na obtenção de outros produtos importantes para suprir necessidades humanas. Os conhecimentos sobre a atmosfera são ampliados, estudando-se as interações da atmosfera com as matérias viva e inanimada, os ciclos biogeoquímicos nela presentes, bem como os problemas de diferentes naturezas – ambiental, sócio-econômica, política – causados pela intervenção humana.

Os estudos associados a este tema possibilitam o desenvolvimento de competências como: compreender o comportamento dos gases na atmosfera, bem como seu papel nos ciclos biogeoquímicos e no sistema produtivo; avaliar, julgar e tomar decisões sobre a poluição atmosférica; buscar informações, analisar e interpretar textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico para compreender problemas relativos à atmosfera.

Unidades temáticas

1. Composição da atmosfera: origem e composição atual da atmosfera nas diferentes regiões do planeta; relações entre pressão, temperatura e vida humana.

- Conhecer as idéias sobre a evolução da atmosfera terrestre e sua composição atual.
- Compreender como variações da pressão e temperatura atmosféricas e solubilidade de gases afetam a vida humana.

2. A atmosfera como fonte de recursos materiais: propriedades dos gases e separação dos componentes da atmosfera; oxigênio e seus derivados; nitrogênio e seus derivados; processos industriais e suas implicações.

- Reconhecer e relacionar as variáveis de estado (pressão total e parcial, volume, temperatura) para compreender o estado gasoso.
- Compreender o processo de separação dos componentes do ar para obtenção de matéria-prima (oxigênio, nitrogênio e gases nobres).
- Buscar informações sobre processos químicos que ocorrem nos sistemas natural e produtivo que utilizam nitrogênio ou oxigênio.
- Avaliar a produção, o consumo e a utilização pela sociedade de materiais derivados do nitrogênio.

3. Perturbações na atmosfera produzidas por ação humana: fontes e efeitos da poluição atmosférica.

- Buscar informações sobre os agentes perturbadores da atmosfera e suas fontes e

compreender suas transformações e seus efeitos a curto, médio e longo prazos.

- Tomar decisões com respeito à participação individual e coletiva na busca de soluções para os problemas de poluição atmosférica.

4. Ciclos biogeoquímicos na atmosfera: oxigênio, nitrogênio e gás carbônico.

- Compreender como a atmosfera participa dos ciclos do nitrogênio, oxigênio e gás carbônico na natureza.

Tema 6. Química e hidrosfera

O conhecimento sobre a hidrosfera se dá pelo estudo das diferentes águas naturais como recurso e fonte de materiais para a sobrevivência, da interação da hidrosfera com as matérias viva e inanimada, o ciclo da água na natureza, bem como os problemas de diferentes naturezas causados pela intervenção humana e por fenômenos naturais.

Nessa perspectiva, as soluções aquosas são tratadas dentro de um contexto, por meio de situações-problema genuínas e não como um conteúdo isolado. O significado de concentração de soluções deve ser entendido independentemente das unidades utilizadas, sendo desnecessária, desta forma, a memorização de fórmulas matemáticas.

As mudanças nas propriedades da água pura devem ser tratadas, prioritariamente, de forma qualitativa, procurando-se conhecer os fenômenos e compreendê-los de acordo com modelos explicativos. Na problemática da poluição das águas, é importante a compreensão da composição de interações dos materiais que causam perturbações, seus efeitos e os possíveis procedimentos para evitá-los ou minimizá-los.

Este tema favorece o desenvolvimento de competências como: compreender o comportamento da água e de soluções aquosas nos ciclos naturais e no sistema produtivo; buscar informações, analisar e interpretar textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico associado a problemas da hidrosfera; avaliar, julgar e tomar decisões sobre a poluição e tratamento de água.

Unidades temáticas

1. Composição da hidrosfera: águas naturais (água do mar, de rios, geleiras, lagos, águas subterrâneas); propriedades da água pura e das águas naturais.

- Conhecer a composição das águas naturais, qualitativa e quantitativamente, e as diferentes propriedades apresentadas por essas soluções aquosas.
- Comparar as propriedades da água pura, tais como solubilidade, temperatura de solidificação e de ebulição, detergência, condutibilidade térmica e elétrica, densidade, pH, com as de águas naturais.

2. Água e vida: potabilidade, tratamento para consumo humano, soluções aquosas e osmose.

- Reconhecer a água como veículo de nutrientes, contaminantes e poluentes e compreender seu papel e efeitos nesses transportes.
- Reconhecer a influência da pressão, temperatura e natureza dos materiais no processo de dispersão em água, tanto na escala macroscópica quanta na microscópica.
- Compreender a necessidade de tornar a água potável, conhecer e selecionar procedimentos apropriados para seu tratamento, aplicando conceitos e processos como separação de sistemas heterogêneos, pH de soluções aquosas, hidrólise salina, solubilidade, interação ácido-base.

- Compreender o papel da osmose em processos biológicos.

3. A hidrosfera como fonte de recursos materiais: água do mar, indústria cloro-química e implicações sócio-econômicas.

- Reconhecer e compreender o uso da água do mar no sistema produtivo, em função de sua composição e propriedades.
- Identificar e compreender os processos de separação de alguns componentes da água do mar para obtenção de matérias-primas como, por exemplo, cloreto de sódio, brometo de sódio, iodeto de sódio e sais de magnésio.
- Compreender os processos químicos utilizados na indústria cloro-química para a obtenção de cloro, bromo, iodo, hidróxido de sódio, carbonato de sódio e produtos deles derivados.
- Avaliar a produção, os usos e o consumo, pela sociedade, de materiais e substâncias obtidos da água do mar.

4. Perturbações na hidrosfera produzidas por ação humana: poluição das águas.

- Buscar dados e informações sobre perturbações provocadas por ação humana na hidrosfera e compreender o papel das fontes, do percurso e dos sorvedouros dos agentes causadores de poluição (detergentes, praguicidas, metais pesados, etc.) e de contaminação (agentes patogênicos).
- Avaliar as dimensões das perturbações na hidrosfera provocadas por ação humana para desenvolver ações preventivas ou corretivas, individual ou coletivamente.

5. O ciclo da água na natureza

- Identificar a participação da hidrosfera nos ciclos do nitrogênio, do oxigênio, do gás carbônico e da água, compreendendo as transformações químicas ocorridas.

Tema 7. Química e litosfera

A litosfera – solo e subsolo – é fonte de grande número de recursos materiais para a sobrevivência. O uso desses recursos pressupõe o conhecimento da composição e das propriedades do solo e dos processos de produção dos materiais dele provenientes. Assim como nos demais temas, merecem importância os problemas de natureza ambiental, social, econômica e política decorrentes da produção, do uso e do descarte de materiais, e de outras intervenções naturais sobre a litosfera.

O desenvolvimento das unidades temáticas propostas neste tema permite o estudo e aprofundamento, tanto em nível macroscópico quanto no de modelos explicativos, das propriedades físicas e químicas dos materiais no estado sólido e seu emprego nos sistemas industriais e agropecuários: produção de alimentos, material de construção, utensílios, produção de energia a partir de matérias-primas como: óxidos, carbonatos, fosfatos, silicatos, carvão, enxofre, sulfetos e sulfatos. O enfoque deste estudo está na compreensão das propriedades e usos dos materiais, devendo ser evitadas as classificações, memorização de nomenclaturas, símbolos e fórmulas esvaziados de sentido.

Os elementos químicos e seus compostos podem ser estudados através da periodicidade de propriedades como a reatividade química e a densidade em função das massas atômicas. Nessa perspectiva, a tabela periódica poderia ser discutida de modo significativo. A sua reconstrução histórica com base nas propriedades macroscópicas, tal como foi feita por Mendeleev, por exemplo, pode ser uma oportunidade para ampliar esse conhecimento.

Cabe observar aqui que o estudo dos elementos químicos e da tabela periódica em termos microscópicos pode ser aprofundado a partir de modelos quânticos da matéria, proposto no tema estruturador 9, em conjunto com a Física, no seu tema Matéria e radiação, devendo ser evitado o aprendizado "mecânico" de propriedades tais como raio atômico, raio iônico, afinidade eletrônica.

Neste tema, aprimoram-se competências como: compreender os diferentes usos do solo e seus benefícios para a vida; compreender propriedades dos materiais no estado sólido e modelos explicativos a elas associados; buscar informações, analisar e interpretar textos relativos aos conhecimentos científicos e tecnológicos para compreender problemas relacionados à litosfera; reconhecer, avaliar e tomar decisões sobre os impactos nos ambientes naturais e construídos causados pela intervenção humana na litosfera.

Unidades temáticas

1. Composição da litosfera: o solo o subsolo, e suas propriedades.

- Conhecer as idéias sobre origem, evolução e composição da litosfera – solo e subsolo.
- Reconhecer as propriedades dos sólidos encontrados na litosfera: dureza, tenacidade, plasticidade, densidade, solubilidade, condutibilidade elétrica e térmica.
- Entender as propriedades dos sólidos, utilizando modelos explicativos.

2. Relações entre solo e vida: fertilidade dos solos e agricultura; solo e criação de animais.

- Compreender a relação entre propriedades dos solos, tais como "acidez" e "alcalinidade", permeabilidade ao ar e à água, sua composição e a produção agrícola.

3. A litosfera como fonte de recursos materiais: propriedades das rochas, minérios e minerais, seus usos e implicações sócio-econômicas; classificação periódica dos elementos químicos.

- Reconhecer o uso do carvão, petróleo, gás natural e outros materiais como combustíveis e como fonte de materiais para a indústria carboquímica e petroquímica.
- Compreender as propriedades e usos de rochas e minerais (óxidos, enxofre, sulfetos, sulfatos, fosfatos, carbonatos e silicatos), como materiais de construção e como fontes para obtenção de outros materiais, nos sistemas produtivo, agrícola e industrial.
- Compreender os processos de mineração e produção de metais, como o ferro, alumínio e cobre e suas ligas e seus usos na sociedade.
- Compreender o "parentesco" e a classificação dos elementos químicos e seus compostos por meio de suas propriedades periódicas.
- Avaliar a produção, os usos e consumo pela sociedade de materiais e substâncias obtidos da litosfera.

4. Perturbações na litosfera: vulcanismo, desertificação, enchentes, terremotos, poluição.

- Buscar dados e informações sobre perturbações naturais e antrópicas como desertificação, terremotos, mineração, construção de barragens, poluição, levando em conta escalas temporais.
- Compreender e avaliar o papel das fontes, do percurso e dos sorvedouros dos agentes causadores de poluição no solo e subsolo (metais pesados, praguicidas etc.).
- Avaliar a real dimensão das perturbações na litosfera para desenvolver ações preventivas ou corretivas, individual ou coletivamente.

5. Ciclos biogeoquímicos e suas relações com a litosfera: oxigênio, nitrogênio, água e gás carbônico.

- Reconhecer a participação da litosfera nos ciclos do nitrogênio, oxigênio, gás carbônico e água, para compreender e avaliar as transformações químicas nela ocorridas.

Tema 8. Química e biosfera

Neste tema, propõe-se o estudo dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários à sobrevivência humana: suas composições, propriedades, funções, transformações e usos. Nesse contexto, a chamada "Química Orgânica" ganha outro significado, integrando conceitos e princípios gerais tratados em outros temas.

A utilização dos recursos da biosfera pressupõe o entendimento da composição, propriedades de materiais e de suas transformações químicas. Assim como nos demais temas, merecem importância os problemas de natureza ambiental, social, econômica e política decorrentes da produção, do uso e do descarte de materiais, e de outras intervenções na biosfera.

O estudo das transformações químicas na biosfera com foco nas idéias de vida e sobrevivência favorece especialmente uma articulação entre conhecimentos químicos e biológicos. Alimentos de origem vegetal tais como carboidratos, proteínas, óleos ou gorduras podem ser o ponto de partida para o entendimento, na escala microscópica, da formação de cadeias carbônicas, dos tipos de ligação do carbono, das funções orgânicas e de isomeria. Em relação ao enfoque microscópico, são importantes o reconhecimento e o entendimento das interações entre as partículas constituintes das substâncias, compondo diferentes tipos de moléculas que, por sua vez, podem explicar muitos fenômenos biológicos e processos presentes nos sistemas produtivos.

Este tema proporciona o aprimoramento de competências como: compreensão da composição e estrutura dos materiais advindos da biosfera; avaliação das perturbações sobre o ambiente e suas implicações; compreensão das implicações ambientais e sócio-econômicas do uso da biosfera e tomada de decisões sobre esses impactos; articulação da Química com outras áreas de conhecimento.

Unidades temáticas

1. Química e vida: noções básicas sobre evolução da vida; compostos químicos e pré-vida; transformações dos compostos orgânicos através dos tempos.

- Compreender noções básicas sobre a vida e sua evolução.
- Articular o conhecimento químico com o biológico, considerando o aumento de complexidade e diversidade das substâncias químicas e dos seres vivos.

2. Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos: composição, propriedades e função dos alimentos nos organismos vivos: carboidratos, proteínas, gorduras, lipídeos e outros nutrientes; medicamentos, corantes, celulose, alcalóides, borracha, fermentação.

- Reconhecer os componentes principais dos alimentos – carboidratos, lipídeos, proteínas, suas propriedades, funções no organismo, e suas transformações químicas.
- Entender e avaliar os processos de conservação dos alimentos, analisando os diferentes pontos de vista sobre vantagens e desvantagens de seu uso.

- Compreender as transformações químicas dos carboidratos, lipídeos e proteínas na produção de materiais e substâncias como, por exemplo, etanol, carvão vegetal, fibras, papel, explosivos, óleos comestíveis, sabão, elastômeros, laticínios, lã, couro, seda, vacinas, soros, vitaminas, hormônios etc.
- Avaliar a utilização da biomassa como fonte alternativa de materiais combustíveis.
- Aplicar idéias sobre arranjos atômicos e moleculares para entender a formação de cadeias, ligações, funções orgânicas e isomeria.

3. Os materiais fósseis e seus usos: combustíveis, indústria petroquímica e carboquímica.

- Compreender as idéias que explicam a origem do petróleo, carvão mineral e gás natural.
- Compreender os processos de transformação do petróleo, carvão mineral e gás natural em materiais e substâncias utilizados no sistema produtivo – refino do petróleo, destilação seca do carvão mineral e purificação do gás natural.
- Avaliar a produção e usos sociais dos combustíveis fósseis.

4. Perturbações na biosfera: perturbações naturais e produzidas por ação humana.

- Buscar dados e informações sobre as perturbações naturais e antrópicas – pragas, desmatamento, uso de combustíveis fósseis, ruptura das teias alimentares, indústrias carbo e petroquímica – a curto, médio e longo prazos.
- Compreender os impactos ambientais dentro da ótica do desenvolvimento sustentável.
- Avaliar as dimensões das perturbações na biosfera e propor ações corretivas ou preventivas, individual ou coletivamente.

5. Ciclos biogeoquímicos e suas relações com a biosfera: carbono, oxigênio e nitrogênio

- Reconhecer a participação da biosfera nos ciclos do nitrogênio, oxigênio e carbono.

Tema 9. Modelos quânticos e propriedades químicas

Os modelos explicativos dos fenômenos químicos até aqui apresentados acompanharam, de certa forma, a evolução histórica das idéias sobre a constituição da matéria, tendo só brevemente mencionado a modelagem quântica, para evitar uma complexidade maior no tratamento que foi dado às transformações químicas. Neste último tema estruturador, no entanto, se pretende revelar de que forma a teoria quântica, desenvolvida nas primeiras décadas do século 20, incluída a compreensão da constituição e das interações nucleares, permitiu uma interpretação mais completa das ligações e propriedades químicas e das constituições isotópicas.

As interpretações quânticas da estrutura dos átomos e moléculas, assim como das ligações químicas, são necessárias e constituem uma fundamentação que até mesmo permite a compreensão das propriedades da tabela periódica. Entretanto, por conta de sua complexidade, é preciso especial cuidado para evitar que sua apresentação meramente formal, sem uma preocupação mais conceitual, possa levar à simples memorização de idéias mal compreendidas. Uma forma de se evitar isso seria articular seu aprendizado com os estudos sobre matéria e radiação propostos pela Física.

Unidades temáticas

1. **Radiações e modelos quânticos de átomo:** radiações eletromagnéticas e quantização da energia.
   - Associar a luz emitida por gases de substâncias aquecidas (espectro descontínuo) com transições entre seus níveis quânticos de energia.
   - Conhecer os modelos atômicos quânticos propostos para explicar a constituição e propriedades da matéria.

2. **Modelagem quântica, ligações químicas e propriedades dos materiais:** tendência a não-decomposição (estabilidade) e interação de substâncias; ligações químicas; propriedades periódicas; propriedades e configurações moleculares.
   - Compreender a maior estabilidade de certos elementos químicos e a maior interatividade de outros, em função da ocupação dos níveis eletrônicos na eletrosfera.
   - Compreender as ligações químicas como resultantes das interações eletrostáticas que associam átomos e moléculas de forma a dar às moléculas resultantes maior estabilidade.
   - Interpretar a periodicidade das propriedades químicas em termos das sucessivas ocupações de níveis quânticos em elementos de número atômico crescente.

3. **Constituição nuclear e propriedades físico-químicas:** núcleo atômico; interações nucleares; isótopos; radiações e energia nuclear.
   - Conhecer os modelos de núcleo, constituídos de nêutrons e prótons, identificando suas principais forças de interação.
   - Interpretar a radiação gama como resultante de transições entre níveis quânticos da energia do núcleo.
   - Relacionar número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade, assim como relacionar sua composição isotópica natural com a massa usualmente atribuída ao elemento.
   - Interpretar processos nucleares em usinas de produção de energia elétrica na indústria, agricultura, medicina, ou em artefatos bélicos, em função das interações e radiações nucleares, comparando riscos e benefícios do uso da tecnologia nuclear.

Organização do trabalho escolar

Foram apresentados nove temas estruturadores para o ensino da Química, centrados em dois eixos: transformação química e química e sobrevivência, com conteúdos que facilitam o entendimento do mundo físico sob a óptica da Química e que contribuem para promover competências e habilidades.

Os quatro primeiros temas estruturadores apresentam uma seqüência na qual o entendimento da transformação química se dá em níveis de complexidade crescentes, tanto em termos macroscópicos quanto microscópicos, com conteúdos básicos que favorecem uma visão ampla da Química.

Os quatro temas relacionados à química e sobrevivência (5 a 8) não são seqüenciais, sendo que o entendimento da transformação química é ampliado, em cada um deles, possibilitando uma visão mais integrada do mundo físico, natural e construído.

O último tema permite uma compreensão mais completa das propriedades dos materiais, por meio de modelos atômicos e moleculares mais complexos.

No conjunto, os temas estruturadores foram organizados procurando-se integrar fenômenos, modelos explicativos microscópicos e suas representações.

O plano de ensino de Química pode ser organizado segundo o projeto pedagógico da escola e do professor, sendo muito mais que uma lista de conteúdos a ser seguida em um dado período de tempo. O plano deve revelar uma concepção de educação cujos conteúdos propostos estão articulados entre si e com as outras áreas do conhecimento, com ênfase no desenvolvimento de competências, possibilitando ao aluno uma vivência na qual os conhecimentos estão integrados e favorecem a construção de sua cidadania.

Os subsídios que podem ser fornecidos neste documento dizem respeito a possíveis formas de organização do trabalho escolar a partir de diferentes seqüências dos temas estruturadores propostos nas três séries de ensino. É importante que se ressalte que se trata de propostas flexíveis, a título de exemplo, que podem ser adotadas na escola segundo suas condições e interesses. Outras opções são possíveis, e o mais importante é garantir que haja um entendimento coletivo dos professores de Química, em conjunto com os das demais disciplinas, acerca de um programa que seja adequado à escola, tendo em vista seu projeto pedagógico comum e o desenvolvimento das competências almejadas.

Seqüência 1

1ª série	2ª série	3ª série
1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas 2. Primeiros modelos de constituição da matéria 3. Energia e transformação química	4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas 8. Química e biosfera 6. Química e hidrosfera	5. Química e atmosfera 7. Química e litosfera 9. Modelos quânticos e propriedades químicas

Essa primeira sugestão, que abrange os nove temas propostos, sendo três em cada série, pressupõe uma escola onde a quantidade de aulas de Química não seja reduzida, com cerca de quatro aulas semanais. Na primeira série, seriam desenvolvidos os primeiros três temas básicos, relacionados ao reconhecimento, modelagem e aspectos energéticos das transformações químicas. A partir da segunda série, os temas se relacionariam com os apresentados na proposta de Biologia e, na terceira série, se buscaria uma maior integração dos temas propostos pela Química e pela Física.

Seqüência 2

1ª série	2ª série	3ª série
1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas 2. Primeiros modelos de constituição da matéria	3. Energia e transformação química 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas 6. Química e hidrosfera	8. Química e biosfera 5. Química e atmosfera 7. Química e litosfera

Nessa seqüência de temas, seriam desenvolvidos dois a três temas por ano. Como os quatro temas iniciais apresentam uma certa continuidade e são básicos, a sugestão é a de mantê-los na seqüência proposta nos dois primeiros anos do ensino médio. O tema 6 poderia ser desenvolvido ao final da segunda série. A terceira série se iniciaria com a Biosfera, seguida por um ou outro dos outros temas: Química e Atmosfera ou Química e Litosfera.

Nesta seqüência, e na próxima, o tema 9 não está presente, por simplificação, para escolas que disponham de menor carga horária em Química.

Seqüência 3

1ª série	2ª série	3ª série
1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas 2. Primeiros modelos de constituição da matéria	3. Energia e transformação química 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas	8. Química e biosfera, além de um destes três: 5. Química e atmosfera 6. Química e hidrosfera 7. Química e litosfera

Nessa seqüência, seriam desenvolvidos dois temas por ano, mantendo-se os quatro temas iniciais nos dois primeiros anos do ensino médio. A terceira série se iniciaria pela Biosfera (8), e seria escolhido mais um dos outros três temas: Atmosfera, Hidrosfera ou Litosfera. Nesse caso, dever-se-ia pensar na possibilidade de ir-se introduzindo, também, ao longo dos três anos, algumas das idéias contidas nesses temas. Essa proposta é um exemplo de uma possível simplificação para escolas com carga horária em Química ainda menor.

Estratégias para a ação

A seleção e a organização de temas, conteúdos e habilidades são parte essencial do processo de ensino e aprendizagem, mas não bastam para alcançar as metas almejadas de formação e desenvolvimento de competências. É imprescindível nesse processo que sejam contempladas conjuntamente diferentes ações didáticas, pedagógicas, culturais e sociais, desde as mais específicas e aparentemente simples, como a disposição física da sala de aula, até as mais gerais e muitas vezes complexas, envolvendo toda a comunidade escolar e seus entornos. Entre elas, as formas de conduzir uma aula e as atividades em classe, os meios e recursos didáticos, os projetos disciplinares e interdisciplinares, as formas de avaliação, os estudos de meio.

Merecem especial atenção no ensino de Química as **atividades experimentais**. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de idéias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico.

Os estudos do meio, como visitas a indústrias, usinas geradoras de energia, estações de tratamento de água, podem surgir em função de uma situação problemática ou tema em estudo. Uma vez definido o estudo a ser feito, é importante a busca de informações preliminares sobre diferentes aspectos – técnicos, sociais, ambientais, econômicos – do tema em questão e, a partir das informações obtidas, planejar em conjunto com os alunos as diferentes etapas, de modo que sua participação não se restrinja a uma "visita" passiva, estando preparados para observar e interagir ativa e criticamente com a comunidade local, coletar e analisar dados e se expressar a respeito deles por meio de apresentações orais e de painéis, discussões e relatos escritos.

Também é importante e necessária a **diversificação de materiais ou recursos didáticos**: dos livros didáticos aos vídeos e filmes, uso do computador, jornais, revistas, livros de divulgação e ficção científica e diferentes formas de literatura, manuais técnicos, assim como peças teatrais e música dão maior abrangência ao conhecimento, possibilitam a integração de diferentes saberes, motivam, instigam e favorecem o debate sobre assuntos do mundo contemporâneo.

O **uso do computador** no ensino é particularmente importante nos dias de hoje. A busca e a articulação de informações são facilitadas pelos dados disponíveis na rede mundial de computadores. É claro que a confiabilidade das fontes de informações deve ser objeto de atenção do professor. Há também, hoje em dia, um conjunto de programas para o ensino de Química disponível (no mercado e na rede), cuja aplicação aos alunos deve ser avaliada pelo professor, levando em consideração a qualidade do programa, das informações fornecidas, o enfoque pedagógico, a adequação ao desenvolvimento cognitivo do aluno e a linguagem. Esse recurso também pode ser usado pelo professor ou pelo aluno para a criação de seus próprios materiais: na redação de textos, simulação de experimentos, construção de tabelas e gráficos, representação de modelos de moléculas. É também um meio ágil de comunicação entre o professor e os alunos, possibilitando, por exemplo, a troca de informações na resolução de exercícios, na discussão de um problema, ou na elaboração de relatórios.

O **desenvolvimento de projetos** disciplinares ou interdisciplinares, articulando todas essas formas de ação ou recursos pedagógicos, é extremamente propício para o desenvolvimento das diferentes competências almejadas, particularmente aquelas associadas à contextualização sócio-cultural: selecionar um tema de relevância científica, tecnológica, social ou cultural associado ao conhecimento químico, programar suas diferentes etapas, dividir tarefas e responsabilidades no grupo, buscar e trocar informações prévias, desenvolver as ações previstas, avaliá-las e relatá-las, usando diferentes meios e instrumentos de comunicação, interagir com outras comunidades. Um projeto com essas características pode ter um tema de estudo específico, ser de curto prazo e envolver apenas uma classe ou ser mais abrangente, com prazos maiores e envolver toda a comunidade escolar. São exemplos dos primeiros as investigações de caráter experimental sobre um conteúdo, como, por exemplo, o estudo de separação de substâncias envolvidas no refino do petróleo, na fabricação de carvão vegetal, de queijos, no tratamento da água, entre outros. Podem ser um exemplo dos mais gerais a análise das águas no entorno da escola, desde as de uso na própria escola até as de rios, lagos, represas ou mar nas proximidades, ou ainda os estudos de meio já citados que podem ser feitos em conjunto com outras disciplinas.

O estudo da produção industrial de algum material, como um projeto disciplinar, pode ser um exemplo interessante a ser trabalhado no desenvolvimento do tema

estruturador 1, pois permite a integração de vários conhecimentos tratados nesse tema. Na obtenção de um metal, a indústria utiliza como matéria-prima um minério, extraído de alguma jazida, que precisou ser transportado e preparado para passar pelas transformações químicas que levam à sua produção. O processo químico utilizado para separação e obtenção do metal depende das propriedades dos materiais envolvidos, como, por exemplo, a composição, reatividade, possíveis produtos intermediários. As diferentes formas de purificação do metal são feitas de acordo com a sua utilização. Como em todo processo industrial, são fundamentais o cálculo de rendimento e custo dos processos envolvidos e a avaliação dos riscos operacionais e ambientais.

Outro aspecto de caráter geral é a **avaliação** do ensino e da aprendizagem, que deve ser coerente com a linha pedagógica sugerida. Assim, é necessário que o professor e o aluno percebam, durante esse processo, quais e como os conhecimentos foram construídos, de modo sistemático e contínuo. Uma aula com diálogo, na qual os alunos fazem uso da palavra para manifestar suas idéias, pode ser fonte de informação para o professor conhecer como pensam seus alunos, podendo detectar suas dificuldades, problemas de aprendizagem e interesses. Apresentações escritas e orais feitas pelos alunos também podem dar pistas ao professor de conceitos malformados, possíveis lacunas, e servir como instrumento de replanejamento de ações. Igualmente importantes são as auto-avaliações, em que os estudantes têm a oportunidade não apenas de reconhecer e manifestar suas próprias dificuldades, como de compreender a necessidade das avaliações no ensino e em outras atividades da vida no trabalho ou social.

Dependendo do plano pedagógico da escola, as "provas" podem ser inseridas no processo de avaliação, no sentido de trazer mais um dado ao professor e ao aluno sobre o que foi apreendido e como os alunos procuram solucionar problemas apresentados pelo professor. Assim, as "provas" podem ser mais um e não o único instrumento de avaliação para o replanejamento do ensino.

A critério do professor, essas sugestões metodológicas podem ser desencadeadas, partindo-se de diferentes temas relacionados a problemáticas locais, regionais, nacionais, ou mais amplas, que o professor e seus alunos considerem de interesse.

Matemática

Em nossa sociedade, o conhecimento matemático é necessário em uma grande diversidade de situações, como apoio a outras áreas do conhecimento, como instrumento para lidar com situações da vida cotidiana ou, ainda, como forma de desenvolver habilidades de pensamento.

No ensino médio, etapa final da escolaridade básica, a Matemática deve ser compreendida como uma parcela do conhecimento humano essencial para a formação de todos os jovens, que contribui para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional.

Nessa etapa da escolaridade, portanto, a Matemática vai além de seu caráter instrumental, colocando-se como ciência com características próprias de investigação e de linguagem e com papel integrador importante junto às demais Ciências da Natureza. Enquanto ciência, sua dimensão histórica e sua estreita relação com a sociedade e a cultura em diferentes épocas ampliam e aprofundam o espaço de conhecimentos não só nesta disciplina, mas nas suas inter-relações com outras áreas do saber.

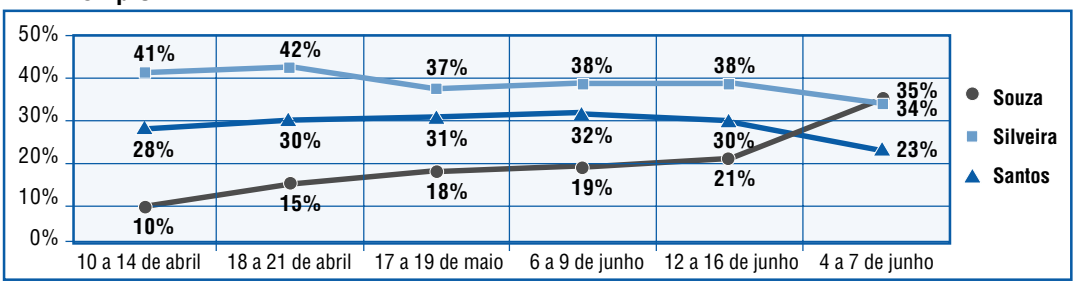
As situações e os desafios que o jovem do ensino médio terá de enfrentar no âmbito escolar, no mundo do trabalho e no exercício da cidadania fazem parte de um processo complexo, no qual as informações são apenas parte de um todo articulado, marcado pela mobilização de conhecimentos e habilidades.

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação.

Para concretizar o que significa, no âmbito do ensino de Matemática, o desenvolvimento de competências e habilidades, vamos analisar dois exemplos de problemas que podem ser apresentados nessa disciplina.

Lendo os jornais de sua cidade, você encontra o gráfico que mostra a intenção de votos para prefeito, com uma margem de erro de 2%, em diferentes momentos da campanha.

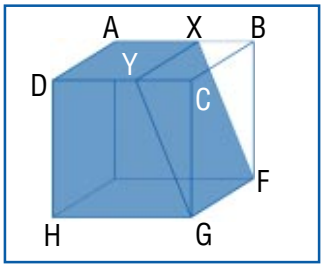
Exemplo 1



O jornal afirma que o candidato Souza é o vencedor, pois sua candidatura está em franca ascensão. Esta afirmação é confiável? Por quê?

Exemplo 2

A figura ao lado destaca o sólido que restou de um cubo de aresta a, após retirar-se dele o prisma BCYXFG, sendo XY paralelo a AD. Se o volume do sólido restante é 4/7 do volume do cubo, ache a fração de a que expressa a medida de AX.



O que é preciso saber para enfrentar os desafios propostos nesses problemas?

Poderíamos responder que basta saber ler e possuir alguns conhecimentos simples de Matemática. Mas, será que é apenas isso?

De fato, a leitura é um primeiro passo para enfrentar qualquer uma dessas questões. Contudo, saber ler é mais que ter algum domínio da língua portuguesa. Nesse caso, é necessário também dominar códigos e nomenclaturas da linguagem matemática, compreender e interpretar desenhos e gráficos e relacioná-los à linguagem discursiva. Além disso, o aluno precisa analisar e compreender a situação por inteiro, decidir sobre a melhor estratégia para resolvê-la, tomar decisões, argumentar, se expressar e fazer registros. No primeiro exemplo, seria ainda sensato ter em conta que o crescimento nas intenções de voto pode ser contido ou revertido por novos fatos ou novas informações políticas. E, é claro, também precisa de conhecimentos específicos, como relacionar variáveis, analisar taxas de crescimento, calcular porcentagens e comparar quantidades.Algumas das situações freqüentemente apresentadas aos alunos, como é o caso do segundo exemplo, uma questão proposta em um exame de vestibular, são tipicamente "disciplinares", exigem conhecimentos matemáticos específicos. Outras, como no primeiro exemplo, são mais abertas, exigem outras informações além daquelas colocadas no problema, requerem leitura cuidadosa e reflexiva e a necessidade de orquestrar, da melhor forma possível, recursos que envolvem conhecimentos, procedimentos e habilidades de diferentes naturezas. Em resumo, o que se espera é que o aluno seja competente em resolução de problemas, se não de todos, pelo menos daqueles que permitam desenvolver formas de pensar em Matemática.

A resolução de problemas é peça central para o ensino de Matemática, pois o pensar e o fazer se mobilizam e se desenvolvem quando o indivíduo está engajado ativamente no enfrentamento de desafios. Essa competência não se desenvolve quando propomos apenas exercícios de aplicação dos conceitos e técnicas matemáticos, pois, neste caso, o que está em ação é uma simples transposição analógica: o aluno busca na memória um exercício semelhante e desenvolve passos análogos aos daquela situação, o que não garante que seja capaz de utilizar seus conhecimentos em situações diferentes ou mais complexas.

Tanto isso é verdade que sabemos do fracasso dos alunos quando propomos a análise de situações onde devem ser relacionados dados ou fatos diversos ou quando é necessária a tomada de decisão entre diferentes e possíveis caminhos de resolução. Nesse caso, percebemos que, mesmo quando possuem informações e conceitos, os alunos não os mobilizam, não os combinam eficientemente, desanimam, esperam a explicação do professor, não se permitem tentar, errar, não confiam em suas próprias formas de pensar. Na resolução de problemas, o tratamento de situações complexas e diversificadas oferece ao aluno a oportunidade de pensar por si mesmo, construir estratégias de resolução e argumentações, relacionar diferentes conhecimentos e, enfim, perseverar na busca da solução. E, para isso, os desafios devem ser reais e fazer sentido.

Isso não significa que os exercícios do tipo "calcule...", "resolva..." devam ser eliminados, pois eles cumprem a função do aprendizado de técnicas e propriedades, mas de forma alguma são suficientes para preparar os alunos tanto para que possam continuar aprendendo, como para que construam visões de mundo abrangentes ou, ainda, para que se realizem no mundo social ou do trabalho.

Não se trata de separar o ensino de conteúdos específicos das competências, pelo contrário, essas são duas dimensões da aprendizagem que devem ocorrer conjuntamente.

Nessa perspectiva, não só a seleção de temas e conteúdos, como a forma de tratá-los no ensino são decisivas. A maneira como se organizam as atividades e a sala de aula, a escolha de materiais didáticos apropriados e a metodologia de ensino é que poderão permitir o trabalho simultâneo dos conteúdos e competências. Se o professor insistir em cumprir programas extensos, com conteúdos sem significado e fragmentados, transmitindo-os de uma única maneira a alunos que apenas ouvem e repetem, sem dúvida as competências estarão fora de alcance.

As competências em Matemática

A área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias elegeu três grandes competências como metas a serem perseguidas durante essa etapa da escolaridade básica e complementar do ensino fundamental para todos os brasileiros:

- representação e comunicação, que envolvem a leitura, a interpretação e a produção de textos nas diversas linguagens e formas textuais características dessa área do conhecimento;
- investigação e compreensão, competência marcada pela capacidade de enfrentamento e resolução de situações-problema, utilização dos conceitos e procedimentos peculiares do fazer e pensar das ciências;
- contextualização das ciências no âmbito sócio-cultural, na forma de análise crítica das idéias e dos recursos da área e das questões do mundo que podem ser respondidas ou transformadas por meio do pensar e do conhecimento científico.

No entanto, a escola que tem como objetivo preparar o aluno para um aprendizado permanente e prepará-lo para a vida precisa refletir sobre o significado dessas competências para decidir sobre quais delas trabalhar, em que disciplinas e de que forma. Ou seja, é necessário compreender a proposta, aproximando-a das ações e das possibilidades características dos afazeres escolares. Para isso, apontamos e detalhamos o sentido dessas competências no âmbito da Matemática, explicitando o que se espera do aluno em cada uma delas, com exemplos que procuram auxiliar a compreensão de como, nessa disciplina, é possível desenvolver as competências eleitas na área.

Representação e comunicação	
Na área	**Em Matemática**
Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia	
Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.	• Reconhecer e utilizar símbolos, códigos e nomenclaturas da linguagem matemática; por exemplo, ao ler embalagens de produtos, manuais técnicos, textos de jornais ou outras comunicações, compreender o significado de dados apresentados por meio de porcentagens, escritas numéricas, potências de dez, variáveis em fórmulas. • Identificar, transformar e traduzir adequadamente valores e unidades básicas apresentados sob diferentes formas como decimais em frações ou potências de dez, litros em metros cúbicos, quilômetros em metros, ângulos em graus e radianos.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	• Ler e interpretar dados ou informações apresentados em diferentes linguagens e representações, como tabelas, gráficos, esquemas, diagramas, árvores de possibilidades, fórmulas, equações ou representações geométricas. • Traduzir uma situação dada em determinada linguagem para outra; por exemplo, transformar situações dadas em linguagem discursiva em esquemas, tabelas, gráficos, desenhos, fórmulas ou equações matemáticas e vice-versa, assim como transformar as linguagens mais específicas umas nas outras, como tabelas em gráficos ou equações. • Selecionar diferentes formas para representar um dado ou conjunto de dados e informações, reconhecendo as vantagens e limites de cada uma delas; por exemplo, escolher entre uma equação, uma tabela ou um gráfico para representar uma dada variação ao longo do tempo, como a distribuição do consumo de energia elétrica em uma residência ou a classificação de equipes em um campeonato esportivo.
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados em diferentes meios.	• Ler e interpretar diferentes tipos de textos com informações apresentadas em linguagem matemática, desde livros didáticos até artigos de conteúdo econômico, social ou cultural, manuais técnicos, contratos comerciais, folhetos com propostas de vendas ou com plantas de imóveis, indicações em bulas de medicamentos, artigos de jornais e revistas. • Acompanhar e analisar os noticiários e artigos relativos à ciência em diferentes meios de comunicação, como jornais, revistas e televisão, identificando o tema em questão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para, dessa forma, ter independência para adquirir informações e estar a par do que se passa no mundo em que vive.
Elaboração de comunicações	
Elaborar comunicações orais ou escritas para	• Expressar-se com clareza, utilizando a linguagem matemática, elaborando textos, desenhos, gráficos, tabelas, equações, expressões e escritas numéricas –

relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	para comunicar-se via internet, jornais ou outros meios, enviando ou solicitando informações, apresentando idéias, solucionando problemas. • Produzir textos analíticos para discutir, sintetizar e sistematizar formas de pensar, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem matemática. Redigir resumos, justificar raciocínios, propor situações-problema, sistematizar as idéias principais sobre dado tema matemático com exemplos e comentários próprios. • Expressar-se da forma oral para comunicar idéias, aprendizagens e dificuldades de compreensão; por exemplo, explicando a solução dada a um problema, expondo dúvidas sobre um conteúdo ou procedimento, propondo e debatendo questões de interesse.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia	
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.	• Compreender e emitir juízos próprios sobre informações relativas à ciência e tecnologia, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara e consistente sempre que necessário, identificar corretamente o âmbito da questão e buscar fontes onde possa obter novas informações e conhecimentos. Por exemplo, ser capaz de analisar e julgar cálculos efetuados sobre dados econômicos ou sociais, propagandas de vendas a prazo, probabilidades de receber determinado prêmio em sorteios ou loterias, ou ainda apresentadas em um dado problema ou diferentes sínteses e conclusões extraídas a partir de um mesmo texto ou conjunto de informações.

Investigação e compreensão	
Na área	**Em Matemática**
Estratégias para enfrentamento de situações-problema	
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e elaborar possíveis estratégias para resolvê-la.	• Identificar os dados relevantes em uma dada situação-problema para buscar possíveis resoluções; por exemplo, em situações com uma diversidade de dados apresentados por meio de tabelas, gráficos, especificações técnicas, reconhecer as informações relevantes para uma dada questão que se busca resolver. • Identificar as relações envolvidas e elaborar possíveis estratégias para enfrentar uma dada situação-problema; por exemplo, para obter uma dada distância, saber optar por medi-la diretamente, utilizar uma planta em escala, usar semelhança de figuras, fazer uso de propriedades trigonométricas ou utilizar um sistema de eixos cartesianos e abordar o problema através da geometria analítica. • Frente a uma situação ou problema, reconhecer a sua natureza e situar o objeto de estudo dentro dos diferentes campos da Matemática, ou seja, decidir-se pela utilização das formas algébrica, numérica, geométrica, combinatória ou estatística. Por exemplo, para calcular distâncias ou efetuar medições em sólidos, utilizar conceitos e procedimentos de geometria e medidas, enquanto para analisar a relação entre espaço e tempo no movimento de um objeto, optar pelo recurso algébrico das funções e suas representações gráficas.

Interações, relações e funções; invariantes e transformações	
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.	• Identificar regularidades em situações semelhantes para estabelecer regras, algoritmos e propriedades; por exemplo, perceber que todas as funções do segundo grau possuem o mesmo tipo de gráfico, o que implica propriedades de sinal, crescimento e decrescimento. Da mesma forma, ao identificar a regularidade de que é constante a soma dos termos eqüidistantes de uma progressão aritmética finita, estender essa propriedade a toda situação envolvendo progressões aritméticas e daí deduzir a soma de seus termos. • Reconhecer a existência de invariantes ou identidades que impõem as condições a serem utilizadas para analisar e resolver situações-problema; por exemplo, estabelecer identidades ou relações como aquelas existentes entre o comprimento da circunferência e seu diâmetro, os volumes de um cilindro e de um cone que tenham a mesma base e a mesma altura, a relação entre catetos e hipotenusa em qualquer triângulo retângulo; ou ainda a identidade fundamental da trigonometria. • Identificar transformações entre grandezas ou figuras para relacionar variáveis e dados, fazer quantificações, previsões e identificar desvios. As ampliações e reduções de figuras são exemplos que devem ser entendidos como transformações de uma situação inicial em outra final. • Perceber as relações e identidades entre diferentes formas de representação de um dado objeto, como as relações entre representações planas nos desenhos, mapas e telas de computador com os objetos que lhes deram origem. • Reconhecer a conservação contida em toda igualdade, congruência ou equivalência para calcular, resolver ou provar novos fatos. Por exemplo, ao resolver uma equação ou um sistema linear, compreender que as operações realizadas a cada etapa transformam a situação inicial em outra que lhe é equivalente, com as mesmas soluções.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas	
Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	• Identificar e fazer uso de diferentes formas e instrumentos apropriados para efetuar medidas ou cálculos; por exemplo, discriminar o melhor instrumento para medir, comparar ou calcular comprimentos e distâncias, ângulos, volumes ocupados por líquidos, em dada situação específica. Usar adequadamente réguas, esquadros, transferidores, compassos, calculadoras e outros instrumentos ou aparelhos. • Identificar diferentes formas de quantificar dados numéricos para decidir se a resolução de um problema requer cálculo exato, aproximado, probabilístico ou análise de médias. Por exemplo, de acordo com uma dada situação, escolher número de algarismos apropriado ou fazer aproximações adequadas, optar pelo uso de fração, porcentagem, potências de dez; escolher melhor unidade para representar uma grandeza. • Fazer previsões e estimativas de ordens de grandeza, de quantidades ou intervalos esperados para os resultados de cálculos ou medições e, com isso, saber avaliar erros ou imprecisões nos dados obtidos na solução de uma dada situação-problema. • Compreender a necessidade e fazer uso apropriado de escalas; por exemplo, na construção de gráficos ou em representações de plantas e mapas.

Modelos explicativos e representativos	
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	• Interpretar, fazer uso e elaborar modelos e representações matemáticas para analisar situações; por exemplo, utilizar funções ou gráficos para modelar situações envolvendo cálculos de lucro máximo ou prejuízo mínimo; utilizar ferramentas da estatística e probabilidade para compreender e avaliar as intenções de votos em uma campanha eleitoral ou, ainda, optar entre modelos algébricos ou geométricos para obter determinadas medições de sólidos.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas do conhecimento.	• Construir uma visão sistematizada das diferentes linguagens e campos de estudo da Matemática, estabelecendo conexões entre seus diferentes temas e conteúdos, para fazer uso do conhecimento de forma integrada e articulada. • Compreender a Matemática como ciência autônoma, que investiga relações, formas e eventos e desenvolve maneiras próprias de descrever e interpretar o mundo. A forma lógica dedutiva que a Geometria utiliza para interpretar as formas geométricas e deduzir propriedades dessas formas é um exemplo de como a Matemática lê e interpreta o mundo à nossa volta. • Adquirir uma compreensão do mundo da qual a Matemática é parte integrante, através dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por meio de seus modelos e representações. • Reconhecer relações entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, percebendo sua presença nos mais variados campos de estudo e da vida humana, seja nas demais ciências, como a Física, Química e Biologia, seja nas ciências humanas e sociais, como a Geografia ou a Economia, ou ainda nos mais diversos setores da sociedade, como na agricultura, na saúde, nos transportes e na moradia.

Contextualização sócio-cultural	
Na área	**Em Matemática**
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	• Compreender a construção do conhecimento matemático como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época, de modo a permitir a aquisição de uma visão crítica da ciência em constante construção, sem dogmatismos ou certezas definitivas. Por exemplo, o uso da geometria clássica ou da analítica para resolver um mesmo problema pode mostrar duas formas distintas de pensar e representar realidades comparáveis em momentos históricos diferentes. • Compreender o desenvolvimento histórico da

	tecnologia associada a campos diversos da Matemática, reconhecendo sua presença e implicações no mundo cotidiano, nas relações sociais de cada época, nas transformações e na criação de novas necessidades, nas condições de vida. Por exemplo, ao se perceber a origem do uso dos logaritmos ou das razões trigonométricas como resultado do avanço tecnológico do período das grandes navegações do século 16, pode-se conceber a Matemática como instrumento para a solução de problemas práticos e que se desenvolve para muito além deles, ganhando a dimensão de idéias gerais para novas aplicações fora do contexto que deu origem a elas. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento matemático no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. A exigência de rapidez e complexidade dos cálculos fez com que a Matemática se desenvolvesse e, por outro lado, as pesquisas e avanços teóricos da Matemática e demais ciências permitiram o aperfeiçoamento de máquinas como o computador, que vêm tornando os cálculos cada vez mais rápidos.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea	
Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.	• Compreender a Matemática como parte integrante da cultura contemporânea, sendo capaz de identificar sua presença nas manifestações artísticas ou literárias, teatrais ou musicais, nas construções arquitetônicas ou na publicidade. • Perceber a dimensão da Matemática e da ciência em espaços específicos de difusão e mostras culturais, como museus científicos ou tecnológicos, planetários, exposições. • Compreender formas pelas quais a Matemática influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, comparando os cálculos feitos pelas máquinas com aqueles feitos “com lápis e papel”, e identificando a função, especificidades e valores de cada um desses meios na construção do conhecimento.
Ciência e tecnologia na atualidade	
Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.	• Acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade. Utilizar o conhecimento matemático como apoio para compreender e julgar as aplicações tecnológicas dos diferentes campos científicos. Por exemplo, o uso de satélites e radares nos rastreamentos e localizações, ou dos diferentes tipos de transmissão e detecção de informações, as formas de manipulação genética ou de obtenção e utilização de recursos naturais.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania	
Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar	• Compreender a responsabilidade social associada à aquisição e uso do conhecimento matemático, sentindo-se mobilizado para diferentes ações, seja em defesa de seus direitos como consumidor, dos espaços e

esse conhecimento no exercício da cidadania.	equipamentos coletivos ou da qualidade de vida. • Conhecer recursos, instrumentos e procedimentos econômicos e sociais para posicionar-se, argumentar e julgar sobre questões de interesse da comunidade, como problemas de abastecimento, educação, saúde e lazer, percebendo que podem ser muitas vezes quantificados e descritos através do instrumental da Matemática e dos procedimentos da ciência. • Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente. Utilizar as ferramentas matemáticas para analisar situações de seu entorno real e propor soluções, por exemplo, analisando as dificuldades de transporte coletivo em seu bairro por meio de levantamento estatístico, manuais técnicos de aparelhos e equipamentos, ou a melhor forma de plantio de lavoura para subsistência de uma comunidade.

Temas estruturadores do ensino de Matemática

A proposta de Matemática dos PCNEM é que cada escola e grupo de professores proponham um trabalho pedagógico que permita o desenvolvimento das competências almejadas. Fazem parte desta elaboração diversos fatores mais diretamente ligados ao planejamento, entre eles a escolha de temas relativos ao conteúdo específico da disciplina, a análise dos recursos de ensino e dos métodos de abordagem desse conhecimento, o cuidado com os tempos de ensino e de aprendizagem e dos espaços para que isso ocorra.

Explorar conteúdos relativos aos temas números, álgebra, medidas, geometria e noções de estatística e probabilidade envolve diferentes formas do pensar em Matemática, diferentes contextos para as aplicações, bem como a existência de razões históricas que deram origem e importância a esses conhecimentos. Mas para evitar a quantidade excessiva de informações, é preciso fazer um recorte, usando alguns critérios orientadores deste processo de seleção de temas.

Um primeiro critério, básico e geral, é que os conteúdos ou temas escolhidos devem permitir ao aluno desenvolver as competências descritas no item anterior, avançando a partir do ponto em que se encontra.

Para isso, os temas selecionados devem ter relevância científica e cultural. Isso significa que, além das justificativas relativas às aplicações e à linguagem, sua importância está em seu potencial explicativo, que permite ao aluno conhecer o mundo e desenvolver sentidos estéticos e éticos em relação a fatos e questões desse mundo. Um exemplo disso pode ser visto na Geometria. A abordagem tradicional, que se restringe à métrica do cálculo de áreas e volumes de alguns sólidos, não é suficiente para explicar a estrutura de moléculas e cristais em forma de cubos e outros sólidos, nem tampouco justifica a predominância de paralelepípedos e retângulos nas construções arquitetônicas ou a predileção dos artistas pelas linhas paralelas e perpendiculares nas pinturas e esculturas. Ensinar Geometria no ensino médio deve possibilitar que essas questões aflorem e possam ser discutidas e analisadas pelos alunos.

Os temas devem, ainda, permitir uma articulação lógica entre diferentes idéias e conceitos para garantir maior significação para a aprendizagem, possibilitar ao aluno o estabelecimento de relações de forma consciente no sentido de caminhar em direção às competências da área e, até mesmo, tornar mais eficaz a utilização do tempo disponível.

É importante evitar detalhamentos ou nomenclaturas excessivos. Por exemplo, se o único caso de funções inversas que os alunos verão no ensino médio forem as funções exponencial e logaritmo, não há necessidade de todo o estudo sobre funções injetoras, sobrejetoras e inversíveis, assim como se o foco do estudo estiver na análise de gráficos e nas aplicações da função logarítmica, podemos questionar por que estudar cologaritmos, característica e mantissa.

Ao selecionar um tema, a forma de trabalho deve ser pensada de modo integrado à sua escolha, evitando repetir o modelo curricular das listas de assuntos enfileirados. As escolhas que serão feitas devem ter no horizonte o aluno de cada escola, daí a necessidade de um olhar cuidadoso para esses jovens, indivíduos cognitivos, afetivos e sociais, que possuem projetos de vida, histórias pessoais e escolares. A aprendizagem não se dá com o indivíduo isolado, sem possibilidade de interagir com seus colegas e com o professor, mas em uma vivência coletiva de modo a explicitar para si e para os outros o que pensa e as dificuldades que enfrenta. Alunos que não falam sobre matemática e não têm a oportunidade de produzir seus próprios textos nessa linguagem dificilmente serão autônomos para se comunicarem nessa área.

Um conjunto de temas que possibilitam o desenvolvimento das competências almejadas com relevância científica e cultural e com uma articulação lógica das idéias e conteúdos matemáticos pode ser sistematizado nos três seguintes eixos ou temas estruturadores, desenvolvidos de forma concomitante nas três séries do ensino médio:

1. Álgebra: números e funções
2. Geometria e medidas
3. Análise de dados

Cada tema estruturador é um campo de interesse com organização própria em termos de linguagens, conceitos, procedimentos e, especialmente, objetos de estudo. Apesar da unidade característica de cada tema estruturador, para organizar o planejamento do ensino cada um deles foi dividido em unidades temáticas que, por sua vez, são parcelas autônomas de conhecimentos específicos que podem ser organizadas dentro do projeto pedagógico de cada professor ou escola, em função das características de seus alunos e dos tempos e espaços para sua realização.

É importante ressaltar que esta é uma escolha possível e compatível com a proposta dos PCNEM, que contempla os critérios apontados e que não reproduz o modelo curricular de "listas de assuntos", mas não é necessariamente a única.

Tema 1. Álgebra: números e funções

O primeiro tema ou eixo estruturador, Álgebra, na vivência cotidiana se apresenta com enorme importância enquanto linguagem, como na variedade de gráficos presentes diariamente nos noticiários e jornais, e também enquanto instrumento de cálculos de natureza financeira e prática, em geral. No ensino médio, esse tema trata de números e variáveis em conjuntos infinitos e quase sempre contínuos, no sentido de serem completos. Os objetos de estudo são os campos numéricos dos números reais e, eventualmente, os números complexos e as funções e equações de variáveis ou incógnitas reais. Para o desenvolvimento desse eixo, são propostas duas unidades temáticas: **variação de grandezas** e **trigonometria**.

Os procedimentos básicos desse tema se referem a calcular, resolver, identificar variáveis, traçar e interpretar gráficos e resolver equações de acordo com as propriedades das

operações no conjunto dos números reais e as operações válidas para o cálculo algébrico. Esse tema possui fortemente o caráter de linguagem com seus códigos (números e letras) e regras (as propriedades das operações), formando os termos desta linguagem que são as expressões que, por sua vez, compõem as igualdades e desigualdades.

O **estudo das funções** permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática. Assim, a ênfase do estudo das diferentes funções deve estar no conceito de função e em suas propriedades em relação às operações, na interpretação de seus gráficos e nas aplicações dessas funções.

Tradicionalmente o ensino de funções estabelece como pré-requisito o estudo dos números reais e de conjuntos e suas operações, para depois definir relações e a partir daí identificar as funções como particulares relações. Todo esse percurso é, então, abandonado assim que a definição de função é estabelecida, pois para a análise dos diferentes tipos de funções todo o estudo relativo a conjuntos e relações é desnecessário. Assim, o ensino pode ser iniciado diretamente pela noção de função para descrever situações de dependência entre duas grandezas, o que permite o estudo a partir de situações contextualizadas, descritas algébrica e graficamente. Toda a linguagem excessivamente formal que cerca esse tema deve ser relativizada e em parte deixada de lado, juntamente com os estudos sobre funções injetoras, sobrejetoras, compostas e modulares.

Os problemas de aplicação não devem ser deixados para o final desse estudo, mas devem ser motivo e contextos para o aluno aprender funções. A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. O ensino, ao deter-se no estudo de casos especiais de funções, não deve descuidar de mostrar que o que está sendo aprendido permite um olhar mais crítico e analítico sobre as situações descritas. As funções exponencial e logarítmica, por exemplo, são usadas para descrever a variação de duas grandezas em que o crescimento da variável independente é muito rápido, sendo aplicada em áreas do conhecimento como matemática financeira, crescimento de populações, intensidade sonora, pH de substâncias e outras. A resolução de equações logarítmicas e exponenciais e o estudo das propriedades de características e mantissas podem ter sua ênfase diminuída e, até mesmo, podem ser suprimidas.

Com relação às **seqüências,** é preciso garantir uma abordagem conectada à idéia de função, na qual as relações com diferentes funções possam ser analisadas. O estudo da progressão geométrica infinita com razão positiva e menor que 1 oferece talvez a única oportunidade de o aluno estender o conceito de soma para um número infinito de parcelas, ampliando sua compreensão sobre a adição e tendo a oportunidade de se defrontar com as idéias de convergência e de infinito. Essas idéias foram e são essenciais para o desenvolvimento da ciência, especialmente porque permitem explorar regularidades.

O ensino desta unidade deve se ater à lei de formação dessas seqüências e a mostrar aos alunos quais propriedades decorrem delas. Associar às seqüências seus gráficos e relacionar os conceitos de seqüência crescente ou decrescente aos correspondentes gráficos permite ao aluno compreender melhor as idéias envolvidas, ao mesmo tempo que dá a ele a possibilidade de acompanhar o comportamento de uma seqüência sem precisar decorar informações.

Apesar de sua importância, tradicionalmente a **trigonometria** é apresentada desconectada das aplicações, investindo-se muito tempo no cálculo algébrico das

identidades e equações em detrimento dos aspectos importantes das funções trigonométricas e da análise de seus gráficos. O que deve ser assegurado são as aplicações da trigonometria na resolução de problemas que envolvem medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis e para construir modelos que correspondem a fenômenos periódicos. Dessa forma, o estudo deve se ater às funções seno, cosseno e tangente com ênfase ao seu estudo na primeira volta do círculo trigonométrico e à perspectiva histórica das aplicações das relações trigonométricas. Outro aspecto importante do estudo deste tema é o fato desse conhecimento ter sido responsável pelo avanço tecnológico em diferentes épocas, como é o caso do período das navegações ou, atualmente, na agrimensura, o que permite aos alunos perceberem o conhecimento matemático como forma de resolver problemas que os homens se propuseram e continuam se propondo.

Ainda neste tema, é possível alargar e aprofundar o conhecimento dos alunos sobre **números e operações**, mas não isoladamente dos outros conceitos, isto é, pode-se tratar os números decimais e fracionários, mas mantendo de perto a relação estreita com problemas que envolvem medições, cálculos aproximados, porcentagens, assim como os números irracionais devem se ligar ao trabalho com geometria e medidas. É ainda importante para o aluno, nessa etapa de sua formação, o desenvolvimento da capacidade de estimativa da ordem de grandeza de resultados de cálculo ou medições e da capacidade de tratar com valores numéricos exatos ou aproximados de acordo com a situação e o instrumental disponível.

Tradicionalmente, a Matemática do ensino médio trata da ampliação do conjunto numérico, introduzindo os números complexos. Como esse tema isolado da resolução de equações perde seu sentido para os que não continuarão seus estudos na área, ele pode ser tratado na parte flexível do currículo das escolas.

Com relação à álgebra, há ainda o estudo de **equações polinomiais** e de **sistemas lineares**. Esses dois conteúdos devem receber um tratamento que enfatize sua importância cultural, isto é, estender os conhecimentos que os alunos possuem sobre a resolução de equações de primeiro e segundo graus e sobre a resolução de sistemas de duas equações e duas incógnitas para sistemas lineares 3 por 3, aplicando esse estudo à resolução de problemas simples de outras áreas do conhecimento. Uma abordagem mais qualitativa e profunda deve ser feita dentro da parte flexível do currículo, como opção específica de cada escola.

Resumidamente, em relação às competências a serem desenvolvidas pela Matemática, a abordagem proposta para esse tema permite ao aluno usar e interpretar modelos, perceber o sentido de transformações, buscar regularidades, conhecer o desenvolvimento histórico e tecnológico de parte de nossa cultura e adquirir uma visão sistematizada de parte do conhecimento matemático.

Os conteúdos e habilidades propostos para as unidades temáticas a serem desenvolvidas nesse tema seriam:

Unidades temáticas

1. **Variação de grandezas:** noção de função; funções analíticas e não-analíticas; representação e análise gráfica; seqüências numéricas: progressões e noção de infinito; variações exponenciais ou logarítmicas; funções seno, cosseno e tangente; taxa de variação de grandezas.
    - Reconhecer e utilizar a linguagem algébrica nas ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos

descritivos de fenômenos e fazendo conexões dentro e fora da Matemática.

- Compreender o conceito de função, associando-o a exemplos da vida cotidiana.
- Associar diferentes funções a seus gráficos correspondentes.
- Ler e interpretar diferentes linguagens e representações envolvendo variações de grandezas.
- Identificar regularidades em expressões matemáticas e estabelecer relações entre variáveis.

2. Trigonometria: do triângulo retângulo; do triângulo qualquer; da primeira volta.

- Utilizar e interpretar modelos para resolução de situações-problema que envolvam medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis, e para construir modelos que correspondem a fenômenos periódicos.
- Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana em um processo histórico e social, reconhecendo o uso de relações trigonométricas em diferentes épocas e contextos sociais.

Tema 2. Geometria e medidas

A Geometria, ostensivamente presente nas formas naturais e construídas, é essencial à descrição, à representação, à medida e ao dimensionamento de uma infinidade de objetos e espaços na vida diária e nos sistemas produtivos e de serviços. No ensino médio, trata das formas planas e tridimensionais e suas representações em desenhos, planificações, modelos e objetos do mundo concreto. Para o desenvolvimento desse tema, são propostas quatro unidades temáticas**: geometrias plana, espacial, métrica** e **analítica**.

As propriedades de que a Geometria trata são de dois tipos: associadas à posição relativa das formas e associadas às medidas. Isso dá origem a duas maneiras diferentes de pensar em Geometria, a primeira delas marcada pela identificação de propriedades relativas a paralelismo, perpendicularismo, interseção e composição de diferentes formas e a segunda, que tem como foco quantificar comprimentos, áreas e volumes.

Usar as formas geométricas para representar ou visualizar partes do mundo real é uma capacidade importante para a compreensão e construção de modelos para resolução de questões da Matemática e de outras disciplinas. Como parte integrante deste tema, o aluno poderá desenvolver habilidades de visualização, de desenho, de argumentação lógica e de aplicação na busca de solução para problemas.

Parte do trabalho com Geometria está estritamente ligada às medidas que fazem a ponte entre o estudo das formas geométricas e os números que quantificam determinadas grandezas. No entanto, o ensino das propriedades métricas envolvendo cálculos de distâncias, áreas e volumes é apenas uma parte do trabalho a ser desenvolvido que não pode ignorar as relações geométricas em si.

Para desenvolver esse raciocínio de forma mais completa, o ensino de Geometria na escola média deve contemplar também o estudo de propriedades de posições relativas de objetos geométricos; relações entre figuras espaciais e planas em sólidos geométricos; propriedades de congruência e semelhança de figuras planas e espaciais; análise de diferentes representações das figuras planas e espaciais, tais como desenho, planificações e construções com instrumentos.

O ensino de Geometria no ensino fundamental está estruturado para propiciar uma primeira reflexão dos alunos através da experimentação e de deduções informais sobre as propriedades relativas a lados, ângulos e diagonais de polígonos, bem como o estudo

de congruência e semelhança de figuras planas. Para alcançar um maior desenvolvimento do raciocínio lógico, é necessário que no ensino médio haja um aprofundamento dessas idéias no sentido de que o aluno possa conhecer um sistema dedutivo, analisando o significado de postulados e teoremas e o valor de uma demonstração para fatos que lhe são familiares.

Não se trata da memorização de um conjunto de postulados e de demonstrações, mas da oportunidade de perceber como a ciência Matemática valida e apresenta seus conhecimentos, bem como propiciar o desenvolvimento do pensamento lógico dedutivo e dos aspectos mais estruturados da linguagem matemática. Afirmar que algo é "verdade" em Matemática significa, geralmente, ser resultado de uma dedução lógica, ou seja, para se provar uma afirmação (teorema) deve-se mostrar que ela é uma conseqüência lógica de outras proposições provadas previamente. O processo de provar em Matemática seria uma tarefa impossível de marchar para trás indefinidamente, a não ser que se estabelecesse um ponto de partida. Esse ponto inicial deve conter um certo número de afirmações, chamadas de postulados ou axiomas, que devem ser aceitas como verdadeiras e para as quais não se exige nenhuma prova. Toda vez que um campo do conhecimento se organiza a partir de algumas verdades eleitas, preferivelmente poucas, simples e evidentes, então se diz que esse campo está apresentado de forma axiomática. Esse é o caso, por exemplo, da geometria clássica.

A unidade **Geometria analítica** tem como função tratar algebricamente as propriedades e os elementos geométricos. O aluno do ensino médio terá a oportunidade de conhecer essa forma de pensar que transforma problemas geométricos na resolução de equações, sistemas ou inequações.

O aluno deve perceber que um mesmo problema pode então ser abordado com diferentes instrumentos matemáticos de acordo com suas características. Por exemplo, a construção de uma reta que passe por um ponto dado e seja paralela a uma reta dada pode ser obtida de diferentes maneiras. Se o ponto e a reta estão desenhados em papel, a solução pode ser feita por meio de uma construção geométrica, usando-se instrumentos. No entanto, se o ponto e a reta são dados por suas coordenadas e equações, o mesmo problema possui uma solução algébrica, mas que pode ser representada graficamente.

Então, mais importante do que memorizar diferentes equações para um mesmo ente geométrico, é necessário investir para garantir a compreensão do que a geometria analítica propõe. Para isso, o trabalho com este tema pode ser centrado em estabelecer a correspondência entre as funções de 1º e 2º graus e seus gráficos e a resolução de problemas que exigem o estudo da posição relativa de pontos, retas, circunferências e parábolas.

Além de conhecer uma forma de pensar em Matemática, entender o mundo do século 17, que deu origem ao cartesianismo, pode ser uma excelente oportunidade para que o aluno perceba o desenvolvimento histórico do conhecimento e como certos momentos dessa história transformaram a ciência e a forma de viver da humanidade.

A Geometria, na perspectiva das medidas, pode se estruturar de modo a garantir que os alunos aprendam a efetuar medições em situações reais com a precisão requerida ou estimando a margem de erro. Os conhecimentos sobre perímetros, áreas e volumes devem ser aplicados na resolução de situações-problema.

A composição e a decomposição de figuras devem ser utilizadas para o cálculo de comprimentos, áreas e volumes relacionados a figuras planas ou espaciais. Assim, os problemas que envolvem figuras inscritas ou circunscritas podem ser propostos aos alunos no sentido de aplicação do que aprenderam sobre as diversas medidas.

Relembrando as competências eleitas por esta proposta, é importante destacar que este tema estruturador pode desenvolver no aluno todas as habilidades relativas a medidas e grandezas, mas pode fazê-lo também avançar na percepção do processo histórico de construção do conhecimento matemático, e é especialmente adequado para mostrar diferentes modelos explicativos do espaço e suas formas numa visão sistematizada da Geometria com linguagens e raciocínios diferentes daqueles aprendidos no ensino fundamental com a geometria clássica euclidiana.

Os conteúdos e habilidades propostos para as unidades temáticas a serem desenvolvidas neste tema seriam:

Unidades temáticas

1. Geometria plana: semelhança e congruência; representações de figuras.

- Identificar dados e relações geométricas relevantes na resolução de situações-problema.
- Analisar e interpretar diferentes representações de figuras planas, como desenhos, mapas, plantas de edifícios etc.
- Usar formas geométricas planas para representar ou visualizar partes do mundo real.
- Utilizar as propriedades geométricas relativas aos conceitos de congruência e semelhança de figuras.
- Fazer uso de escalas em representações planas.

2. Geometria espacial: elementos dos poliedros, sua classificação e representação; sólidos redondos; propriedades relativas à posição: intersecção, paralelismo e perpendicularismo; inscrição e circunscrição de sólidos.

- Usar formas geométricas espaciais para representar ou visualizar partes do mundo real, como peças mecânicas, embalagens e construções.
- Interpretar e associar objetos sólidos a suas diferentes representações bidimensionais, como projeções, planificações, cortes e desenhos.
- Utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.
- Compreender o significado de postulados ou axiomas e teoremas e reconhecer o valor de demonstrações para perceber a Matemática como ciência com forma específica para validar resultados.

3. Métrica: áreas e volumes; estimativa, valor exato e aproximado.

- Identificar e fazer uso de diferentes formas para realizar medidas e cálculos.
- Utilizar propriedades geométricas para medir, quantificar e fazer estimativas de comprimentos, áreas e volumes em situações reais relativas, por exemplo, de recipientes, refrigeradores, veículos de carga, móveis, cômodos, espaços públicos.
- Efetuar medições, reconhecendo, em cada situação, a necessária precisão de dados ou de resultados e estimando margens de erro.

4. Geometria analítica: representações no plano cartesiano e equações; intersecção e posições relativas de figuras.

- Interpretar e fazer uso de modelos para a resolução de problemas geométricos.
- Reconhecer que uma mesma situação pode ser tratada com diferentes instrumentais matemáticos, de acordo com suas características.
- Associar situações e problemas geométricos a suas correspondentes formas algébricas e representações gráficas e vice-versa.
- Construir uma visão sistemática das diferentes linguagens e campos de estudo da Matemática, estabelecendo conexões entre eles.

Tema 3. Análise de dados

A análise de dados tem sido essencial em problemas sociais e econômicos, como nas estatísticas relacionadas a saúde, populações, transportes, orçamentos e questões de mercado. Propõe-se que constitua o terceiro eixo ou tema estruturador do ensino, e tem como objetos de estudo os conjuntos finitos de dados, que podem ser numéricos ou informações qualitativas, o que dá origem a procedimentos bem distintos daqueles dos demais temas, pela maneira como são feitas as quantificações, usando-se processos de contagem combinatórios, freqüências e medidas estatísticas e probabilidades. Este tema pode ser organizado em três unidades temáticas: **Estatística, Contagem** e **Probabilidade**.

Uma das grandes competências propostas pelos PCNEM diz respeito à contextualização sócio-cultural como forma de aproximar o aluno da realidade e fazê-lo vivenciar situações próximas que lhe permitam reconhecer a diversidade que o cerca e reconhecer-se como indivíduo capaz de ler e atuar nesta realidade.

A Matemática do ensino médio pode ser determinante para a leitura das informações que circulam na mídia e em outras áreas do conhecimento na forma de tabelas, gráficos e informações de caráter estatístico. Contudo, espera-se do aluno nessa fase da escolaridade que ultrapasse a leitura de informações e reflita mais criticamente sobre seus significados. Assim, o tema proposto deve ir além da simples descrição e representação de dados, atingindo a investigação sobre esses dados e a tomada de decisões.

A **Estatística** e a **Probabilidade** devem ser vistas, então, como um conjunto de idéias e procedimentos que permitem aplicar a Matemática em questões do mundo real, mais especialmente aquelas provenientes de outras áreas. Devem ser vistas também como formas de a Matemática quantificar e interpretar conjuntos de dados ou informações que não podem ser quantificados direta ou exatamente. Cabe à Estatística, por exemplo, analisar a intenção de voto em uma eleição ou o possível êxito do lançamento de um produto no mercado, antes da eleição em si e da fabricação do produto. Isso é feito através da pesquisa estatística, que envolve amostras, levantamento de dados e análise das informações obtidas.

Da mesma forma, a Probabilidade acena com resultados possíveis, mas não exatos. Ao afirmar que o resultado 1 tem 1/6 de probabilidade no lançamento de um dado, não há certeza de que em seis lançamentos do dado o número 1 sairá exatamente uma vez. Assim como ao afirmarmos que determinado tratamento médico tem 90% de probabilidade de cura para uma doença, não garante que em um grupo de 10 pessoas submetidas a este tratamento exatamente uma pessoa continuará doente.

Estatística e Probabilidade lidam com dados e informações em conjuntos finitos e utilizam procedimentos que permitem controlar com certa segurança a incerteza e mobilidade desses dados. Por isso, a Contagem ou análise combinatória é apenas parte instrumental desse tema.

A **Contagem**, ao mesmo tempo que possibilita uma abordagem mais completa da probabilidade por si só, permite também o desenvolvimento de uma nova forma de pensar em Matemática denominada raciocínio combinatório. Ou seja, decidir sobre a forma mais adequada de organizar números ou informações para poder contar os casos possíveis não deve ser aprendido como uma lista de fórmulas, mas como um processo que exige a construção de um modelo simplificado e explicativo da situação.

As fórmulas devem ser conseqüência do raciocínio combinatório desenvolvido frente

à resolução de problemas diversos e devem ter a função de simplificar cálculos quando a quantidade de dados é muito grande. Esses conteúdos devem ter maior espaço e empenho de trabalho no ensino médio, mantendo de perto a perspectiva da resolução de problemas aplicados para se evitar a teorização excessiva e estéril. Espera-se que assim o aluno possa se orientar frente a informações de natureza estatística ou probabilística.

Nesse contexto, as calculadoras e o computador ganham importância como instrumentos que permitem a abordagem de problemas com dados reais ao mesmo tempo que o aluno pode ter a oportunidade de se familiarizar com as máquinas e os *softwares*.

Este tema estruturador permite o desenvolvimento de várias competências relativas à contextualização sócio-cultural, como a análise de situações reais presentes no mundo contemporâneo e a articulação de diferentes áreas do conhecimento. Contribui também para a compreensão e o uso de representações gráficas, identificação de regularidades, interpretação e uso de modelos matemáticos e conhecimento de formas específicas de raciocinar em Matemática.

Os conteúdos e habilidades propostos para as unidades temáticas a serem desenvolvidas nesse tema seriam:

Unidades temáticas

1. Estatística: descrição de dados; representações gráficas; análise de dados: médias, moda e mediana, variância e desvio padrão.

- Identificar formas adequadas para descrever e representar dados numéricos e informações de natureza social, econômica, política, científico-tecnológica ou abstrata.
- Ler e interpretar dados e informações de caráter estatístico apresentados em diferentes linguagens e representações, na mídia ou em outros textos e meios de comunicação.
- Obter médias e avaliar desvios de conjuntos de dados ou informações de diferentes naturezas.
- Compreender e emitir juízos sobre informações estatísticas de natureza social, econômica, política ou científica apresentadas em textos, notícias, propagandas, censos, pesquisas e outros meios.

2. Contagem: princípio multiplicativo; problemas de contagem.

- Decidir sobre a forma mais adequada de organizar números e informações com o objetivo de simplificar cálculos em situações reais envolvendo grande quantidade de dados ou de eventos.
- Identificar regularidades para estabelecer regras e propriedades em processos nos quais se fazem necessários os processos de contagem.
- Identificar dados e relações envolvidas numa situação-problema que envolva o raciocínio combinatório, utilizando os processos de contagem.

3. Probabilidade: possibilidades; cálculo de probabilidades.

- Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos e eventos naturais, científico-tecnológicos ou sociais, compreendendo o significado e a importância da probabilidade como meio de prever resultados.
- Quantificar e fazer previsões em situações aplicadas a diferentes áreas do conhecimento e da vida cotidiana que envolvam o pensamento probabilístico.

- Identificar em diferentes áreas científicas e outras atividades práticas modelos e problemas que fazem uso de estatísticas e probabilidades.

Organização do trabalho escolar

A escolha de uma forma e seqüência de distribuição dos temas nas três séries do ensino médio traz em si um projeto de formação dos alunos. Por exemplo, em todas as disciplinas da área, os temas de estudo da primeira série deveriam tratar do entorno das informações que cercam os alunos, numa visão contextualizada, colocando-os em contato com as primeiras idéias e procedimentos básicos para ler e interpretar situações simples. Na segunda série, já poderia haver uma mudança significativa no sentido de que cada disciplina mostrasse sua dimensão enquanto Ciência, com suas formas características de pensar e modelar fatos e fenômenos. A terceira série ampliaria os aprendizados das séries anteriores com temas mais abrangentes que permitissem ao aluno observar e utilizar um grande número de informações e procedimentos, aprofundando sua compreensão sobre o que significa pensar em Matemática e utilizar os conhecimentos adquiridos para análise e intervenção na realidade. Uma organização dos temas e suas unidades que corresponderia a essa visão, em uma situação de 4 aulas semanais, trabalhando concomitantemente os três temas estruturadores, é proposta no quadro abaixo:

1ª série	2ª série	3ª série
1. Noção de função; funções analíticas e não-analíticas; análise gráfica; seqüências numéricas; função exponencial ou logarítmica. 1. Trigonometria do triângulo retângulo.	1. Funções seno, cosseno e tangente. 1. Trigonometria do triângulo qualquer e da primeira volta.	1. Taxas de variação de grandezas.
2. Geometria plana: semelhança e congruência; representações de figuras.	2. Geometria espacial: poliedros; sólidos redondos; propriedades relativas à posição; inscrição e circunscrição de sólidos. 2. Métrica: áreas e volumes; estimativas.	2. Geometria analítica: representações no plano cartesiano e equações; intersecção e posições relativas de figuras.
3. Estatística: descrição de dados; representações gráficas.	3. Estatística: análise de dados. 3. Contagem.	3. Probabilidade.

Essa distribuição dos temas pode variar em função do número de aulas e do projeto da escola para aprofundamento de temas ou inclusão de outros. No entanto, dada a necessidade de parte do instrumental matemático como linguagem para as demais disciplinas da área, os temas para a primeira série dificilmente serão muito distintos dos que foram propostos.

Se o número de aulas semanais for inferior a quatro, o professor deve elaborar seu planejamento tendo como foco as idéias centrais de cada tema. No primeiro tema, a ênfase deve estar no conceito de função e em seu uso para modelar situações contextualizadas e na interpretação de gráficos; em trigonometria é possível deter-se na resolução de problemas que usem as razões trigonométricas para cálculo de distâncias. No segundo tema, deve-se garantir a compreensão da Matemática como ciência, com sua forma específica de validar fatos e evitar o excesso de cálculos de áreas e volumes. No terceiro tema, a estatística descritiva e as medidas de tendência central bastam para analisar a maioria dos gráficos e tabelas veiculados pela mídia; além disso, o aluno deve entender o conceito de probabilidade e suas aplicações mais simples.

Estratégias para a ação

A seleção dos conteúdos organizados em temas ou de outra forma é apenas uma primeira decisão de caráter pedagógico. É preciso também cuidar de outros aspectos didático-pedagógicos, tendo em vista que a proposta é a de articular conteúdos e competências e a forma de trabalho é determinante para que muitas das competências almejadas possam se desenvolver.

Para alcançar os objetivos estabelecidos de promover as competências gerais e o conhecimento de Matemática, a proposta dos PCNEM privilegia o tratamento de situações-problema, preferencialmente tomadas em contexto real. A **resolução de problemas** é a perspectiva metodológica escolhida nesta proposta e deve ser entendida como a postura de investigação frente a qualquer situação ou fato que possa ser questionado.

A seleção das atividades a serem propostas deve garantir espaço para a diversidade de opiniões, de ritmos de aprendizagem e outras diferenças pessoais. O aspecto desafiador das atividades deve estar presente todo o tempo, permitindo o engajamento e a continuidade desses alunos no processo de aprender. Nesse sentido, a postura do professor de problematizar e permitir que os alunos pensem por si mesmos, errando e persistindo, é determinante para o desenvolvimento das competências juntamente com a aprendizagem dos conteúdos específicos.

Um importante recurso para o desenvolvimento das competências é o **trabalho em grupo**. Apesar de rejeitado por muitos, sob alegação de que os alunos fazem muito barulho e não sabem trabalhar coletivamente, essa modalidade de trabalho é valiosa para várias das competências que se deseja desenvolver.

Outro aspecto que se deve enfatizar é a **importância da comunicação** em Matemática, por ser uma competência valiosa como relato, registro e expressão.

Nas aulas de Matemática, a comunicação, e conseqüentemente o desenvolvimento das competências relacionadas à representação e comunicação, pode se realizar por meio de propostas de elaboração pelos alunos de textos diversos, como relatórios sobre atividades ou projetos, relatos de conclusões sobre um conceito ou processo, sínteses sobre o que o aluno ou a classe aprendeu durante um certo período de tempo ou sobre um determinado tema. Inicialmente, cabe ao professor orientar roteiros para a elaboração destes textos, organizando com os alunos o que se espera que o texto comunique a seus leitores, e a melhor forma de fazer isso é construir com os alunos um índice para o texto. Com o tempo, os alunos ganham autonomia para estruturar cada texto com suas características próprias.

A comunicação oral tem como instrumento para seu desenvolvimento o trabalho de grupo

ou duplas, quando os alunos, além de aprenderem uns com os outros, precisam organizar o que sabem para se fazerem entender e, para isso, usam a linguagem que está sendo aprendida.

Outro elemento importante da comunicação é a multiplicidade de formas textuais a que os alunos devem ser expostos. Gráficos, tabelas, esquemas, desenhos, fórmulas, textos jornalísticos, manuais técnicos, rótulos de embalagens, mapas são, na escola e fora dela, as diferentes linguagens e representações que o aluno deve compreender para argumentar e se posicionar frente a novas informações.

Ao se escolher a forma com a qual se vai trabalhar, deve-se reconhecer que os alunos precisam de tempo para desenvolver os conceitos relativos aos temas selecionados e, ainda, para desenvolver a capacidade de acompanhar encadeamentos lógicos de raciocínio e comunicar-se matematicamente; por isso é essencial o contato repetido com as diferentes idéias, em diferentes contextos, ao longo do ano e de ano para ano. Dessa forma a escolha dos conteúdos e atividades deve ser coerente com o tempo disponível de trabalho, evitando atropelos ou ociosidade na sala de aula.

É importante uma preocupação consciente e explícita para atender adequadamente todos os alunos de uma classe heterogênea, propondo o trabalho diversificado na sala de aula e o trabalho coletivo dos diversos professores de um mesmo aluno. O trabalho diversificado pressupõe o reconhecimento de que a situação normal em uma sala de aula é a diferença de ritmo, de motivação e de formação, e de que queremos respeitar o direito de todos de acesso ao conhecimento. Finalmente, é importante lembrar que o desafio de fazer com que todos aprendam não é tarefa para um só professor, mas pressupõe o trabalho coletivo dos diferentes professores desses alunos e do envolvimento da escola em um projeto pedagógico comum. A Matemática tem papel relevante nessa ação coletiva porque freqüentemente ela é mitificada por sua pretensa dificuldade. É importante deixar claro que todos podem aprendê-la.

Outra importante forma de trabalho é o desenvolvimento de **projetos.** Apesar de um projeto na escola poder ser inter ou transdisciplinar, vamos dar um exemplo que pode ser utilizado na Matemática, mas que a transcende, podendo se estender a outras disciplinas:

A proposta tem como objetivo iniciar o trabalho com Matemática na 1ª série através do levantamento do perfil de seus alunos. Esse perfil auxiliará os demais professores da série na construção de seus projetos pedagógicos. Para isso, o professor deve propor aos alunos o que deseja e buscar com eles, numa primeira negociação, seu engajamento na tarefa, questionando o que significa descrever o perfil dos alunos da classe e sua importância, não só para que seus professores os conheçam e possam aproximar seus planos de trabalho das suas histórias, expectativas e interesses, como para que eles próprios também se conheçam mais, ampliando seus espaços de interação e trocas.

Muito provavelmente, nessa primeira conversa, os alunos darão indícios sobre o que os motiva, seus sonhos e expectativas em relação ao ensino médio. O professor pode ampliar essa discussão incluindo aspectos que podem interessar à comunidade da escola, como por exemplo: quais alunos trabalham? Em que profissões? Que profissões buscam alcançar depois do ensino médio? O que fazem como lazer? Que esportes praticam ou acompanham de perto? O que suas famílias esperam deles? Como tem sido sua relação com a Matemática? o que gostam de ler? E outras questões que eventualmente não tenham surgido dos próprios alunos e que o professor considere relevantes para conhecê-los e a realidade em que vivem.

De posse da lista de informações, é possível o estabelecimento de um primeiro índice de trabalho, com as ações a serem desenvolvidas e a designação das pessoas responsáveis por elas. Esse índice deve prever o produto final do projeto que, na medida do possível, deve ser concebido pelos próprios alunos. É possível propor, segundo as condições da escola, a

elaboração de murais, relatórios ou jornal com os dados de suas pesquisas como forma de apresentação do resultado do trabalho desenvolvido.

O levantamento das informações provavelmente incluirá entrevistas e tabulação das respostas e para isso os alunos já poderão utilizar tabelas e gráficos, forma já conhecida por eles através da mídia e órgãos de pesquisa na divulgação de levantamentos e análise de dados. Nesse ponto do trabalho, cabe ao professor organizar as atividades para que os alunos aprendam a ler, interpretar e produzir seus gráficos, decidindo sobre qual a melhor forma de representação para cada tipo de informação. Aqui pode ser necessária a intervenção do professor no sentido de resolver eventuais dificuldades dos alunos com conceitos ou procedimentos matemáticos. A cada etapa do processo, o índice inicial do trabalho pode ser revisto, ampliado ou ainda reduzido, e para isso é necessária a avaliação do professor e dos alunos sobre o caminho percorrido e a aproximação aos objetivos traçados. Ao final, elaboradas e divulgadas as produções dos alunos, é importante que eles possam interpretar os resultados de suas pesquisas e avaliar as conseqüências e usos das informações obtidas.

Finalmente, outro aspecto a destacar é a **avaliação** do ensino e da aprendizagem, também com aspectos gerais, válidos a todas as disciplinas, e outros que podem se aplicar mais especificamente à Matemática.

Numa proposta que toma como perspectiva metodológica a Resolução de Problemas, que articula suas ações e conteúdos em torno de temas estruturadores e prevê que tão importantes quanto os conteúdos são as competências que os alunos devem desenvolver, ganham importância o cuidado com a obtenção de informações, a avaliação em diferentes contextos, o registro e a análise das informações obtidas.

Por isso é importante analisarmos a escolha dos registros que o professor e seus alunos devem manter para acompanhar esse movimento. Ao professor são oferecidas incessantemente muitas oportunidades de observação e avaliação no desenrolar de seu trabalho com os alunos. Muitas vezes, usamos as informações, mas não mantemos nenhum registro delas, outras vezes recolhemos informações que já possuíamos de que não necessitamos ou das quais nunca faremos uso. Pontuar, registrar e relatar são procedimentos comuns numa avaliação que se integra ao ensino.

Uma vez estabelecidos acordos entre professor e alunos sobre os objetivos gerais e específicos do trabalho, é possível definir aspectos a serem avaliados conjuntamente a cada etapa do ensino. Um exemplo disso seria a forma de avaliar os alunos ao final do projeto proposto anteriormente sobre o perfil dos alunos da classe. Tendo em mãos todas as anotações sobre atividades e as produções dos alunos, o que o professor pode registrar sobre esse percurso de cada um deles? O que ele tem a dizer sobre a posição em que cada aluno se encontra em relação aos objetivos estabelecidos para esse projeto:

- identificar os dados relevantes entre as informações obtidas;
- identificar diferentes formas de quantificar dados numéricos;
- selecionar diferentes formas para representar um dado ou conjunto de dados e informações, reconhecendo as vantagens e limites de cada uma delas;
- traduzir uma situação dada em determinada linguagem em outra;
- ler e compreender diferentes tipos de textos com informações em linguagem matemática;
- ler e interpretar dados ou informações apresentados em tabelas, gráficos, esquemas, diagramas, árvores de possibilidades, fórmulas, equações ou representações geométricas;
- identificar as relações entre os dados obtidos e as suas regularidades;
- extrair e sistematizar as principais conclusões e identificar problemas a serem enfrentados;
- elaborar possíveis estratégias para enfrentar os problemas levantados, buscando, se

necessário, novas informações e conhecimentos.

Além disso, em relação a esse projeto, é possível avaliar como o aluno se encontra em relação às competências de natureza geral como:

- expressar-se com clareza, utilizando a linguagem matemática;
- produzir textos analíticos, fazendo uso da linguagem matemática;
- compreender e emitir juízos próprios de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara e consistente;
- compreender a Matemática como parte integrante da cultura contemporânea;
- compreender formas pelas quais a Matemática influencia nossa interpretação do mundo atual.

Deve ficar claro que não se trata de colocar sim ou não ao lado de cada aspecto a ser avaliado, mas descrever o alcance do aluno ou grupo de alunos em cada um desses objetivos. Dessa forma, será possível perceber que aspectos devem ser reforçados no ensino, os conteúdos e competências a serem privilegiados, os pontos da aprendizagem matemática em que se pode avançar.

Apesar de considerarmos que a observação e os registros são as formas mais adequadas para avaliar o caminhar do ensino e da aprendizagem, outros instrumentos podem se aliar a esse trabalho, inclusive a tradicional prova. Mas para isso é importante que o professor saiba das limitações desse instrumento e da importância de sua elaboração. Em Matemática, a prova em geral tem a forma de questões ou problemas, bem formulados e relacionados a conjuntos de temas do conteúdo específico.

Apesar das limitações que esse instrumento de avaliação possui, é possível se pensar a forma de utilizar a prova de modo a ampliar seu alcance, transformando-a também em momento de aprendizagem, especialmente em relação ao desenvolvimento das competências de leitura, interpretação e produção de textos pelos alunos, ou ainda da argumentação e posicionamento crítico frente às produções de seus colegas. Alguns exemplos disso são as provas com questões elaboradas pelos alunos a partir da orientação do professor. Outra opção é a prova com consulta, seja ao livro texto ou a anotações que o próprio aluno deve elaborar antes da prova. Essas anotações também podem ser construídas com o auxílio do professor que orienta o aluno a estudar, destacando as idéias centrais que devem estar nas anotações e o incentivo a que o aluno inclua exemplos, esquemas ou ilustrações a seus apontamentos. Provas realizadas em grupos ou duplas são outras possibilidades de trabalho.

Conclusão

Para encerrar, é importante lembrar que o projeto pedagógico escolhido pelo professor deve ter como alvo o desenvolvimento das competências eleitas pela área e que os temas de trabalho se articulam entre si por meio delas. Competências como a da comunicação oral e aquelas relativas à contextualização sócio-cultural dependem da forma como se desenvolverá o trabalho. Se aos alunos não forem apresentadas propostas de análise de situações em contextos sociais ou culturais, ou se lhes for negada a oportunidade de falar e se posicionar, essas competências dificilmente serão desenvolvidas pelo projeto pedagógico da escola.

Assim, os temas específicos não são suficientes para o desenvolvimento de todas as competências pretendidas, mas a cuidadosa articulação entre conteúdo e forma pode organizar o ensino para que ele se aperfeiçoe e constitua de fato uma proposta de formação dos jovens do ensino médio.

O ensino articulado das ciências e sua avaliação

A articulação das várias áreas do conhecimento e das disciplinas da área das ciências, partilhando linguagens, procedimentos e contextos, converge para o trabalho educativo da escola como um todo, ao promover competências gerais dos alunos. Isso se reflete, como acabamos de acompanhar no caso das ciências, na preparação para o ensino de cada uma das disciplinas. O projeto pedagógico da escola, em última análise, orientaria essa ação das disciplinas e do conjunto da escola, com alunos e professores conscientes e participantes da execução do projeto; professores que compreendem suas disciplinas em função de metas mais gerais e alunos motivados para o aprendizado, porque atendidos em suas expectativas culturais e de continuidade no aprendizado – no ensino superior, diretamente no mundo do trabalho, ou em formação técnica.

Para cumprir esses pressupostos, é recomendável, por um lado, promover atividades coletivas ou individuais dos alunos, em que suas preferências e interesses possam se manifestar, suas diferenças individuais possam se revelar e serem valorizadas, o que também contribui significativamente para a motivação, ou seja, para o desejo de aprender. Por outro lado, isso requer que os conteúdos formativos das muitas disciplinas tenham uma unidade, em termos de contextos comuns e das competências desenvolvidas, que o jovem possa identificar, não no discurso, mas na prática, em procedimentos comuns em sala de aula e no planejamento coerente de ações.

É preciso construir essa articulação num trabalho conjunto, mas sem a necessidade de se definir um tema único, em cada uma das etapas, que se torne objeto de estudo de todas as disciplinas, ou de se conduzir, permanentemente, projetos interdisciplinares, envolvendo toda a escola de forma artificial, o que dificulta a programação das disciplinas. A articulação por competências, como no exercício feito nas disciplinas da área, na seção anterior, é uma alternativa que permite um tipo de organização do trabalho disciplinar em sala de aula ao longo dos três anos do ensino médio, e ainda possibilita coordenar o conjunto das disciplinas da área.

Todas as competências são objeto de todas as séries, de forma que não há uma ordem cronológica entre elas, mas se pode promover uma progressão do trabalho, ao longo das três séries, em termos dos níveis de elaboração de cada um dos temas estruturadores do ensino, crescendo a partir de percepções mais concretas ou imediatas em direção a conceituações mais gerais e abstratas, que usem instrumentos mais sofisticados e que permitam sínteses e visões mais complexas.

Para uma organização como essa, é essencial que todos os envolvidos, dos professores

das disciplinas à coordenação pedagógica, desenvolvam o trabalho em conjunto, com consciência de seus objetivos, o que só se consegue com sua participação tanto no planejamento quanto no acompanhamento da execução. Isso pode envolver a montagem de um programa, coerente com o projeto pedagógico, em que os temas e as competências sejam explicitados e articulados em progressão, levando-se em conta as condições reais da escola, ou seja, quadro geral de horários, número semanal de aulas de cada disciplina, formação dos docentes, perfil cultural dos alunos e características da região.

É importante levar em conta todos esses aspectos para ficar claro que a tabela apresentada a seguir é apenas um exemplo de organização curricular conjunta, entre as disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Não é currículo mínimo, nem currículo máximo; não se pretende uma organização ideal dos temas, nem se espera que, se ela servir de referência, os temas ou as unidades sejam tomados como de relevância equivalente, ou trabalhados com igual intensidade. A tabela representa simplesmente um exercício para uma escola idealizada, coerente com as intenções gerais explicitadas, a partir de uma seqüência plena de temas e tópicos de cada uma das quatro disciplinas da área, selecionados entre os que foram apresentados nas seções anteriores.

Exemplo de uma possível programação

1ª série	2ª série	3ª série
BIOLOGIA		
Interação entre os seres vivos Qualidade de vida das populações humanas	Identidade dos seres vivos Diversidade da vida	Transmissão da vida, manipulação gênica e ética Origem e evolução da vida
FÍSICA		
Movimentos: variações e conservações Calor, ambiente e usos de energia	Som, imagem e informação Equipamentos elétricos e telecomunicações	Matéria e radiação Universo, Terra e vida
QUÍMICA		
Reconhecimento e caracterização das transformações químicas Primeiros modelos de constituição da matéria Energia e transformação química	Aspectos dinâmicos da transformação química Química e biosfera Química e hidrosfera Química e atmosfera Química e litosfera Modelos quânticos e propriedades químicas	Matéria e radiação Universo, Terra e vida
MATEMÁTICA		
Funções e trigonometria do triângulo retângulo Geometria plana Dados e suas representações	Trigonometria Geometria espacial de posição e métrica Análise de dados e contagem	Taxa de variação Geometria analítica Probabilidades

Não é difícil explicitar algumas razões que presidiram o exercício de organização desse quadro.

Uma razão foi procurar uma progressão do mais imediato e vivencial ao mais geral e abstrato. Parte-se de temas próximos à vivência do aluno, de uma fenomenologia mais imediata, que também permite o reconhecimento da disciplina, a exemplo de qualidade de vida, geometria plana ou energia e ambiente. Avança-se, em seguida, para temas de maior complexidade técnica e científica, que correspondem a uma compreensão de tipo operacional e ao uso de instrumentos mais elaborados, como diversidade da vida, química da atmosfera, contagens ou equipamentos eletromagnéticos. Conclui-se com temas que demandam modelos mais abstratos e visões globais complexas, como origem e evolução da vida e do universo, taxas de variação e probabilidades ou modelos da matéria.

Outra razão, coerente com a primeira, foi uma tentativa de procurar ressonâncias entre as disciplinas, por proximidade ou concomitância entre tópicos ou temas, como energia, na primeira série, ou Universo, evolução e modelos de matéria na terceira.

Nenhum esquema é capaz de satisfazer a todos os critérios. Pode-se apontar, por exemplo, uma insuficiência no exercício feito na tabela acima: o fato de que, na Matemática, não está contemplada desde a primeira série a discussão das taxas de variação de grandezas, série em que já surgem aspectos dinâmicos em várias das ciências. Se julgar mais apropriado, uma escola poderá iniciar algum trabalho de taxas de variação em Matemática na primeira série, juntamente com as funções; outra escola, por sua vez, pode atribuir à Física ou à Química o desenvolvimento de taxas no tempo, nas velocidades espaciais e de reação de que fazem uso, adiantando um trabalho a ser desenvolvido mais tarde em Matemática de forma mais geral. Esse é só um exemplo. Cada escola, ou cada grupo de professores, deve olhar criticamente o exercício de organização apresentado no quadro e compará-lo, por exemplo, com o quadro que corresponde ao que a escola efetivamente pratica, ou com um quadro que considere ideal.

Seja qual for o esquema, o essencial é que a organização sirva coerentemente à formação do aluno, que não deve ter sua atenção pulverizada entre ações desconexas no âmbito de cada disciplina. A articulação das disciplinas da área faz parte de uma articulação mais geral, compondo-se com a das outras áreas – não somente em termos de proximidade temática e competências, mas também de procedimentos e atividades comuns em sala de aula, ou extraclasse, baseados, sobretudo, na ação dos alunos, reconhecendo-os como centro de seu aprendizado. Quando isso se dá, o aluno deixa de ser passivo, se torna protagonista de fazeres e, em conseqüência, o professor e o quadro-negro deixam de ser o centro das atenções em sala de aula.

Na medida em que se difundem essas atitudes e valores, os trabalhos em grupo e em projetos se tornam tão importantes quanto exercícios individuais, teóricos ou práticos. De forma especial, os projetos, que podem ser propostos no interior de cada disciplina e também articulando disciplinas da área ou entre áreas, são instrumentos didáticos inestimáveis para promover autonomia e experiência coletiva no trabalho de equipe, qualificações e competências essenciais para a vida. Essas formas mais abertas de aprendizado devem ser crescentemente promovidas e utilizadas, mas são especialmente necessárias na presente conjuntura, em que ainda não se desenvolveram todos os recursos didáticos compatíveis com as novas orientações educacionais.

Possivelmente não existem livros didáticos e laboratórios didáticos "perfeitamente adequados" ou ideais que possam ser "adotados" para percursos tão variados, capazes de atender a cada realidade escolar nesse contexto de reforma. Até por isso, seria altamente recomendável que cada escola produzisse novos materiais, com improvisações, com elementos de baixo custo e, o que é mais fundamental, com a contribuição da comunidade escolar, especialmente dos alunos.

Esse quadro dinâmico, no presente, quase desautoriza a indicação de uma bibliografia mínima ou básica, que poderia ser substituída por uma recomendação geral de que a escola procure dispor de uma biblioteca ampla e variada, com livros didáticos e paradidáticos de diversas tendências; da mesma forma, ao lado de laboratórios regulares, são importantes as oficinas e os laboratórios abertos, de desmonte tecnológico de sucatas, de experimentação criativa e inventiva.

Têm sido notáveis, aliás, os resultados obtidos com a diversificação do material didático – estendendo-se a jornais, filmes, vídeos, programas de tevê, livros, revistas etc. – e tem sido significativa a resposta dos alunos, em termos de motivação e participação em visitas a fábricas, centros culturais, museus de ciência, espetáculos teatrais, estudos do meio, entrevistas com profissionais, tudo que faz parte de seu mundo e do mundo do professor. O crescente uso dos computadores constitui um importante capítulo à parte, pois, além de sua capacidade de edição de textos e organização de dados, abre portas para um universo de informações, com o aprendizado da "navegação" na Internet, permitindo consultar inúmeros bancos de dados e *sites* informativos e formativos, para não falar dos estimulantes intercâmbios individuais e institucionais.

Cada uma dessas novas ferramentas e desses novos procedimentos sinaliza o anacronismo de qualquer ensino centrado unicamente no discurso, mesmo porque, muitas vezes, as inovações pedagógicas não se subordinam aos recursos materiais suplementares, mas dependem, sobretudo, de novas atitudes relativamente ao processo de ensino e aprendizagem que, aliás, não se modifica de repente, mas por passos sucessivos, quando o professor consegue explicitar para ele mesmo o que pretende promover.

Uma questão que deve ser discutida, quando se concebem transformações nas metas e nos métodos educativos, é a avaliação, em todos os seus sentidos – tanto a avaliação de desempenho dos alunos, quanto a avaliação do processo de ensino. Freqüentemente, a avaliação tem sido uma verificação de retenção de conhecimentos formais, entendidos ou não, que não especifica a habilidade para seu uso. Uma avaliação estruturada no contexto educacional da escola, que se proponha a aferir e desenvolver competências relacionadas a conhecimentos significativos, é uma das mais complexas tarefas do professor. Essa avaliação deve ter um sentido formativo e ser parte permanente da interação entre professor e aluno.

Quando o professor deseja que cada um dos seus alunos se desenvolva da melhor maneira e saiba expressar suas competências, avaliar é mais do que aferir resultados finais ou definir sucesso e fracasso, pois significa acompanhar o processo de aprendizagem e os progressos de cada aluno, percebendo dificuldades e procurando contorná-las ou superá-las continuamente. À medida que os conteúdos são desenvolvidos, o professor deve adaptar os procedimentos de avaliação do processo, acompanhando e valorizando todas as atividades dos alunos, como os trabalhos individuais, os trabalhos coletivos, a participação espontânea ou mediada pelo

professor, o espírito de cooperação, e mesmo a pontualidade e a assiduidade. As avaliações realizadas em provas, trabalhos ou por outros instrumentos, no decorrer dos semestres ou em seu final, individuais ou em grupo, são essenciais para obter um balanço periódico do aprendizado dos alunos, e também têm o sentido de administrar sua progressão. Elas não substituem as outras modalidades contínuas de avaliação, mas as complementam.

Ao elaborar os instrumentos de avaliação, o professor deve considerar que o objetivo maior é o desenvolvimento de competências com as quais os alunos possam interpretar linguagens e se servir de conhecimentos adquiridos, para tomar decisões autônomas e relevantes.

Algumas características dessas avaliações podem ser lembradas:

- toda avaliação deve retratar o trabalho desenvolvido;
- os enunciados e os problemas devem incluir a capacidade de observar e interpretar situações dadas, de realizar comparações, de estabelecer relações, de proceder registros ou de criar novas soluções com a utilização das mais diversas linguagens;
- uma prova pode ser também um momento de aprendizagem, especialmente em relação ao desenvolvimento das competências de leitura e interpretação de textos e enfrentamento de situações-problema;
- devem ser privilegiadas questões que exigem reflexão, análise ou solução de um problema, ou a aplicação de um conceito aprendido em uma nova situação;
- tanto os instrumentos de avaliação quanto os critérios que serão utilizados na correção devem ser conhecidos pelos alunos;
- deve ser considerada a oportunidade de os alunos tomarem parte, de diferentes maneiras, em sua própria avaliação e na de seus colegas;
- trabalhos coletivos são especialmente apropriados para a participação do aluno na avaliação, desenvolvendo uma competência essencial à vida que é a capacidade de avaliar e julgar.

As proposições aqui apresentadas, que demandam mudanças e complementações no trabalho pedagógico, podem levar professores, hoje trabalhando em condições distantes do que lhes pareceria desejável, a perguntar quais deveriam ser as condições reinantes na escola, para que fosse possível sua adequação e sua preparação ao que está sendo proposto. É injusto atribuir a um professor isoladamente, sem respaldo, a responsabilidade de implementar todas as transformações que a reforma educacional propõe. À parte disso, mesmo o exercício regular da função docente exige um apoio institucional em termos de formação permanente. Este é um aspecto geral, que vai além do campo das Ciências da Natureza e da Matemática, e merece ser destacado em uma seção específica, que apresentamos a seguir.

Formação profissional permanente dos professores

Não haveria razão aparente para discutir a formação inicial docente – competência do ensino superior – num documento dirigido a educadores que atuam no ensino médio.

No entanto, há vários motivos para justificar que se levante essa problemática aqui e agora. Primeiro, porque crônicos e reconhecidos problemas da formação docente constituem obstáculos para o desempenho do professor, e a escola deve tomar iniciativas para superá-los. Segundo, porque as novas orientações promulgadas para a formação dos professores ainda não se efetivaram, já que constituem um processo que demanda ajustes de transição a serem encaminhados na escola. Terceiro, porque em qualquer circunstância a formação profissional contínua ou permanente do professor deve se dar enquanto ele exerce sua profissão, ou seja, na escola, paralelamente a seu trabalho escolar.

A primeira dessas razões pode ser ilustrada com um diagnóstico da formação inicial, válido sobretudo para as universidades, e expresso em documento que funda a reformulação da formação docente – as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (8/5/2001). Nesse documento, afirma-se que:

> As questões a serem enfrentadas na formação são históricas. No caso da formação nos cursos de licenciatura, em seus moldes tradicionais, a ênfase está contida na formação nos conteúdos da área, onde o bacharelado surge como a opção natural [...], sendo que a atuação como "licenciados" é vista [...] como "inferior", passando muito mais como atividade "vocacional" ou que permitiria grande dose de improviso [...].

Em outras instituições de ensino superior, o problema da formação docente resulta de uma formação freqüentemente livresca, em que a distância entre teoria e prática docente se agrava pelo baixo domínio disciplinar.

Identifica-se, enfim, uma grande variedade de problemas, de forma que a revisão da formação inicial do professor terá de ser enfrentada tanto no campo institucional como no curricular.

Há questões institucionais que impedem a construção de identidade própria dos futuros professores, como a ausência de espaço institucional para os estágios

necessários à formação, a falta de integração da escola com os diversos espaços educacionais na sociedade, o distanciamento entre as instituições de formação de professores e os sistemas de ensino da educação básica. Por conta disso, nos cursos de formação não se discutem a contento propostas curriculares e projetos educativos, assim como a distância das condições reais de trabalho dificulta, por exemplo, um tratamento adequado dos conteúdos. O professor não aprende a criar situações didáticas eficazes nas quais sua área de conhecimento surja em contextos de interesse efetivo de seus estudantes. Sendo essa herança histórica, não há dúvida de que tais deficiências estão hoje dificultando o trabalho escolar e, portanto, demandam ações no próprio âmbito escolar, já que há consenso de que a formação é mais eficaz quando inserida na realidade em que o professor atua cotidianamente, como prática diária, e não à distância, em caráter eventual.

Propostas encaminhadas pelo já referido documento quanto à revisão da formação inicial dos professores poderão também, em vários sentidos, orientar a ação de formação profissional em serviço, conduzida na escola. Aquelas diretrizes destacam vários e importantes aspectos de uma formação que possa dar conta das novas competências docentes, como:

> [...] orientar e mediar o ensino para aprendizagem do aluno; comprometer-se com o sucesso da aprendizagem dos alunos; assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos; incentivar atividades de enriquecimento cultural; desenvolver práticas investigativas; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio; desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe.

Ao se envolver na formação, a escola deverá promover essas qualidades docentes, eventualmente já estimuladas na formação inicial, mas podem ser até mais eficazmente desenvolvidas no próprio ambiente de trabalho, se esse for culturalmente ativo, socialmente solidário, permanentemente cooperativo e aberto ao questionamento. A criação de um ambiente com essas características depende do projeto pedagógico da escola e isso revela, ao mesmo tempo, uma convergência para o que propôs a própria LDBEN de 1996, em seu artigo 13, como responsabilidade dos professores:

> [...] participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; zelar pela aprendizagem dos alunos; estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento; ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional; colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.

Se a escola funcionar em bases nas quais seus professores possam cumprir esses preceitos legais, já estará dando os passos mais importantes para implementar ao menos parte de um programa de transição, para suprir deficiências na formação inicial de seus professores, assim como para realizar uma tarefa sua, essencial em qualquer circunstância, que é a formação profissional permanente de seus professores.

A escola como espaço de formação docente

Há uma questão que é preciso responder, quando se pretende que a escola seja espaço formativo do professor. Se partirmos de escolas que já tinham problemas a sanar, mesmo antes da reforma educacional, que com dificuldade tentam dominar os elementos essenciais para implementar as reformas, não é despropositado pretender que elas possam fazer um serviço que não foi feito nos centros formadores, em condições presumivelmente mais favoráveis?

Na realidade, os próprios ambientes de formação, no ensino superior, nem sempre se caracterizaram como culturalmente ricos, seja pelas condições materiais, seja pela ausência de discussões, debates, participação em movimentos sociais, espetáculos, exposições, ao lado da tão prejudicial separação entre aquilo que o professor aprendeu em sala de aula ou nos estágios que fez e o que de fato necessitaria para seu trabalho efetivo. Por isso, nem faz sentido, de imediato, propor que os professores retornem a seus centros formadores.

Para suprir carências crônicas de caráter técnico e cultural, seria essencial oferecer a um grande número de professores uma oportunidade de desenvolvimento em condições regulares de trabalho na escola, pois muitos deles, desde sua formação inicial e ao longo de sua vida profissional, têm limitado acesso a livros, revistas, vídeos, jornais, filmes e outros produtos culturais.

Pode-se questionar essa sugestão de que a escola assuma mais essa responsabilidade, a rigor tarefa da universidade, além dos desafios que já enfrenta para se reformular e atualizar.

Há diferentes perspectivas para responder a essa questão. Sem negar a necessidade de cursos de atualização e capacitação, as dificuldades técnicas ou culturais apresentadas pelos professores dificilmente podem ser supridas com seu retorno aos bancos acadêmicos, pois, conforme já ponderamos, o ambiente escolar no qual essas dificuldades se manifestam parece ser o mais adequado cenário para enfrentá-las.

A formação técnica permanente, assim como a imersão em práticas culturais diversificadas, é uma necessidade de qualquer categoria profissional e dela não há de se excluir o professor. A escola que provê essa formação, de forma institucional, planejada e clara, está cumprindo parte fundamental de seu projeto pedagógico, ainda que parte dessa formação, especialmente no ensino público, pode ou mesmo deve ser provida pelas redes escolares.

A participação do professor no projeto educativo da escola, assim como seu relacionamento extraclasse com alunos e com a comunidade, são exemplos de um trabalho formativo essencial, porque são atividades que poderão construir os vínculos sociais da escola que se deseja. A pesquisa pedagógica, que na formação inicial é vista, em geral, de forma predominantemente acadêmica e quase sempre dissociada da prática, pode na escola ser deflagrada e conduzida a partir de problemas reais de aprendizado, de comportamento, da administração escolar ou da articulação com questões comunitárias. A própria construção e reformulação dos projetos pedagógicos, a elaboração de programas de cursos e de planos de aula podem se tornar objetos permanentes, ou periodicamente retomados, de atividades investigativas.

Se quisermos que a escola média seja também um ambiente culturalmente rico, é preciso, evidentemente, equipá-la com livros e recursos audiovisuais, com a assinatura de jornais e revistas, com laboratórios, com meios para desenvolver atividades artísticas e desportivas. A vivência e o aprendizado do professor serão, em grande parte,

decorrentes do que forem a produção e o intercâmbio cultural na escola e no interior das redes escolares. Não é possível também, em pleno século 21, abrir mão dos recursos oferecidos pela tecnologia da informação e da comunicação e da capacitação dos professores para a utilização plena desses recursos. Nas últimas décadas, o custo financeiro desses equipamentos tem decrescido na mesma proporção da sua crescente relevância para a formação de alunos e professores, de forma que é inadiável nosso esforço em mudar atitudes refratárias a seu uso, uma vez que estão amplamente disseminados na vida social em geral.

A formação continuada, como já se disse, pode sim conter cursos e treinamentos oferecidos em plano mais geral por redes escolares e por centros formadores, mas em nenhuma hipótese pode se resumir a isso. A importância de a escola estar empenhada na formação de seus professores, autonomamente e afirmando sua identidade, tem sido destacada por muitos educadores. Um trabalho recente, produzido por Avelino R. S. Pereira para a Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico, afirma isso de forma muito clara:

> O respeito à identidade de cada escola e de cada equipe escolar e o respeito à diversidade entre as muitas escolas [...] implicam a necessidade de a formação continuada do professor considerar e se desenvolver nessa mesma identidade e diversidade. As necessidades e, portanto, as demandas por formação continuada variam de escola para escola e, por essa razão, a adoção de uma estratégia ou programa único para todos os professores de uma mesma rede raramente resultará em benefício para cada um em particular. Além disso, o reconhecimento e mesmo o estímulo à afirmação da identidade da equipe de professores [...] favorecem o próprio espírito de coesão [...] constituindo-se, assim, um poderoso instrumento na construção do projeto pedagógico de cada escola.

Pois é precisamente disso que se trata: de se conceber uma formação continuada do professor que esteja integrada aos fazeres da escola, que não se realiza sem uma participação múltipla de seus profissionais, que por sua vez não se restringem a dar aulas, pois sua ação educativa é mais ampla. Talvez seja desnecessário dizer, mas também nunca é demais insistir, que o professor deve ser remunerado por todo o trabalho que realiza, nas escolas públicas e nas escolas privadas, ainda que esse trabalho, em determinadas circunstâncias, seja o trabalho de se atualizar, de se aperfeiçoar tecnicamente ou de se manter a par com as culturas humanista, artística e científica de seu tempo.

As práticas do professor em permanente formação

Se é certo que precisa haver um programa institucional de formação permanente, de competência direta das escolas e apoiado pelas redes escolares, é indiscutível que a eficácia dessa formação depende essencialmente da atitude do professor, de se compreender como alguém que, por profissão, precisa estar em contínua formação. Isso pode ser dito de maneira ainda mais radical, ou seja, se há algo de realmente importante que o professor possa fazer para seus alunos é ensiná-los a aprender e isto significa dar exemplo da necessidade e da possibilidade do permanente aprendizado e dar testemunho de que este aprendizado é prazeroso.

Essa formação é também, mas não só, permanente informação cultural e atualização metodológica. A formação profissional contínua tem igualmente um caráter de investigação, uma dimensão de pesquisa.

Como profissional, o professor tem de fazer ajustes permanentes entre o que planeja e aquilo que efetivamente acontece na sua relação com os alunos, sendo que esses ajustes podem exigir ação imediata para mobilizar conhecimentos e agir em situações não previstas. Em outras palavras, precisa ter competência para improvisar. Por isso, num primeiro nível, a pesquisa que se desenvolve no âmbito do trabalho do professor deve ter como foco principal o próprio processo de ensino e de aprendizagem. Num outro nível, a pesquisa diz respeito a conhecer a maneira como são produzidos os conhecimentos que ensina, ou seja, a noção básica dos contextos e dos métodos de investigação usados pelas diferentes ciências. O acesso aos conhecimentos produzidos pela investigação acadêmica, nas diferentes áreas, possibilita manter-se atualizado e competente para fazer opções de conteúdos, metodologias e organização didática do que ensina. Esse lado da atualização específica é o melhor uso que se pode fazer de programas regulares de capacitação disponíveis nas redes escolares que o professor deve buscar de acordo com seu interesse. Também para isso deve ser apoiado pela escola.

Esse conjunto de competências também dá ao professor instrumentos para a adoção de livros didáticos e paradidáticos e – em períodos como o atual, de transição, de implementação de reformas – para trabalhar sem um livro didático ou para conceber um uso parcial ou adaptado dos livros e materiais hoje disponíveis. Especialmente nessas situações, uma competência que precisa desenvolver, individualmente ou em parceria com seus colegas, é a de buscar orientações ou subsídios que auxiliem na escolha de materiais e metodologias alternativos, projetos coletivos, que atendam a interesses individuais, ações de alcance comunitário ou social.

Nem sempre as informações sobre materiais e recursos pedagógicos chegam à escola a tempo ou são suficientemente difundidas, mas há, hoje, uma variedade de recursos educacionais – disponíveis em endereços eletrônicos – de Secretarias Estaduais e do Ministério de Educação, ou na forma de programações de televisões educativas, em séries editadas sob diferentes denominações, de alcance nacional ou estadual. Boa parte desses materiais é concebida como de apoio didático aos alunos, o que não exclui seu papel na formação permanente do professor que faz uso deles. No artigo a que nos referimos anteriormente, e cuja leitura integral acabamos de recomendar, há uma análise detalhada desses materiais.

As já referidas Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores para a Educação Básica fazem ainda menção específica ao conhecimento advindo da experiência:

> É um tipo de conhecimento que não pode ser construído de outra forma senão na prática profissional e de modo algum pode ser substituído pelo conhecimento "sobre" essa prática. Saber – e aprender – um conceito, ou uma teoria é muito diferente de saber – e aprender – exercer um trabalho. Trata-se, portanto, de aprender a "ser" professor. Perceber as diferentes dimensões do contexto, analisar como as situações se constituem e compreender como a atuação pode interferir nelas é um aprendizado permanente, na medida em que as questões são sempre singulares e novas respostas precisam ser construídas. A competência profissional do professor é, justamente, sua capacidade de criar soluções apropriadas a cada uma das diferentes situações complexas e singulares que enfrenta. [...] o conhecimento experiencial pode ser

> enriquecido quando articulado a uma reflexão sistemática. Constrói-se, assim, em conexão com o conhecimento teórico, na medida em que é preciso usá-lo para refletir sobre a experiência, interpretá-la, atribuir-lhe significado.

O que se deseja, afinal, são professores reflexivos e críticos, ou seja, professores com um conhecimento satisfatório das questões relacionadas ao ensino-aprendizagem e em contínuo processo de autoformação, além de autônomos e competentes para desenvolver o trabalho interdisciplinar. Um dos instrumentos úteis a essa reflexão baseia-se em procedimentos de auto-observação e análise, em que se destaca a importância de o professor saber o que faz em sala de aula e de saber por que faz dessa forma e não de outra. Na reflexão sobre a própria prática, acabam emergindo também traços da história de vida dos profissionais, que podem conduzir reflexões sobre as crenças que permeiam seu conceito de ensino e aprendizagem. Pensar e repensar o discurso e a prática, individual ou coletivamente, nos relatos em grupos da biografia profissional de cada professor, num movimento cooperativo, de co-responsabilidade e negociação, poderá levar à convergência para o aperfeiçoamento profissional e, em última análise, para a construção da escola pretendida.

Os professores com essas novas atitudes são promotores e partícipes de escolas que se reconhecem como espaços de formação profissional ininterrupta. Essas escolas estão reinventando o ensino médio e a educação básica no Brasil.