
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO **ENSINO** **MÉDIO**

ETAPA II CADERNO III

Pacto Nacional pelo
Fortalecimento do Ensino Médio

Ciências da Natureza

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Básica

Formação de Professores do Ensino Médio

CIÊNCIAS DA NATUREZA Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio

Etapa II - Caderno III

Curitiba
Setor de Educação da UFPR
2014

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA (SEB)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CENTRAL
COORDENAÇÃO DE PROCESSOS TÉCNICOS

Brasil. Secretaria de Educação Básica.

Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III :
Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de
Educação Básica; [autores : Daniela Lopes Scarpa... et al.]. –
Curitiba : UFPR/Setor de Educação, 2014.

48p.

ISBN 9788589799966 (coleção)

9788589799997 (v.3)

Inclui referências

Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio

1. Ensino médio. 2. Professores - Formação. 3. Ciências (Segundo grau). I. Scarpa, Daniela Lopes. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Educação. III. Ciências da Natureza. IV. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio. V. Título.

CDD 373.9

Andrea Carolina Grohs CRB 9/1384

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA

Esplanada dos Ministérios, Bloco L, Sala 500

CEP: 70047-900

Tel: (61)20228318 - 20228320

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Etapa II – Caderno III

AUTORES

Daniela Lopes Scarpa

Flavio Antonio Maximiano

Hildney Alves de Oliveira

Lana Claudia de Souza Fonseca

Sérgio Camargo

Silmara Alessi Guebur Roehrig

COORDENAÇÃO DA PRODUÇÃO

Monica Ribeiro da Silva (organizadora)

Céliu Mariano Jorge

Eloise Medice Colontonio

Gílian Cristina Barros

Giselle Christina Corrêa

Léia de Cássia Fernandes Hegeto

LEITORES CRÍTICOS

João Amadeu Pereira Alves

Marcel Valentino Bozzo

Tiago Ungericht Rocha

Viviane Maria Rauth

REVISÃO

Giselle Christina Corrêa

PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO

Victor Augustus Graciotto Silva

Rafael Ferrer Kloss

CAPA

Yasmin Fabris

Rafael Ferrer Kloss

ARTE FINAL

Rafael Ferrer Kloss

COORDENAÇÃO GERAL E ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DOS MATERIAIS

Monica Ribeiro da Silva

Caro Professor, Cara Professora

Com vistas a garantir a qualidade do Ensino Médio ofertado no País foi instituído por meio da Portaria Ministerial nº 1.140, de 22 de novembro de 2013, o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio. Este Pacto contempla, dentre outras, a ação de formação continuada dos professores e coordenadores pedagógicos de Ensino Médio por meio da colaboração entre Ministério da Educação, Secretarias Estaduais de Educação e Universidades.

Esta ação tem o objetivo central de contribuir para o aperfeiçoamento da formação continuada de professores a partir da discussão das práticas docentes à luz das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (Resolução CNE/CEB nº 2, de 31 de janeiro de 2012). Nesse sentido, a formação se articula à ação de redesenho curricular em desenvolvimento nas escolas públicas de Ensino Médio a partir dessas Diretrizes.

A primeira etapa da Formação Continuada, em conformidade com as DCNEM, trouxe como eixo condutor “Os Sujeitos do Ensino Médio e a Formação Humana Integral” e foi composta pelos seguintes Campos Temáticos/Cadernos: Sujeitos do Ensino Médio e Formação Humana Integral; Ensino Médio e Formação Humana Integral; O Currículo do Ensino Médio, seus sujeitos e o desafio da Formação Humana Integral; Organização e Gestão do Trabalho Pedagógico; Avaliação no Ensino Médio; e Áreas de Conhecimento e Integração Curricular.

Nesta segunda etapa, dando continuidade ao eixo proposto, as temáticas que compõem os Cadernos de Formação do Pacto são: Organização do Trabalho Pedagógico no Ensino Médio e Áreas de Conhecimento do Ensino Médio, em consonância com as proposições das DCNEM, considerando o diálogo com o que vem sendo praticado em nossas escolas, a diversidade de práticas e a garantia da educação para todos. A formação continuada propiciada pelo Pacto auxiliará o debate sobre a Base Nacional Comum do Currículo que será objeto de estudo dos diversos setores da educação em todo o território nacional, em articulação com a sociedade, na perspectiva da garantia do direito à aprendizagem e ao desenvolvimento humano dos estudantes da Educação Básica, conforme meta estabelecida no Plano Nacional de Educação.

Destacamos como ponto fundamental que nesta segunda etapa seja feita a leitura e a reflexão dos Cadernos de todas as áreas por todos os professores que participam da formação do Pacto, considerando o objetivo de aprofundar as discussões sobre a articulação entre conhecimentos das diferentes disciplinas e áreas, a partir da realidade escolar. A perspectiva de integração curricular posta pelas DCNEM exige que os professores ampliem suas compreensões sobre a totalidade dos componentes curriculares, na forma de disciplinas e outras possibilidades de organização do conhecimento escolar, a partir de quatro dimensões fundamentais: a) compreensão sobre os sujeitos do Ensino Médio considerando suas experiências e suas necessidades; b) escolha de conhecimentos relevantes de modo a produzir conteúdos contextualizados nas diversas situações onde a educação no Ensino Médio é produzida; c) planejamento que propicie a explicitação das práticas de docência e que amplie a diversificação das intervenções no sentido da integração nas áreas e entre áreas; d) avaliação que permita ao estudante compreender suas aprendizagens e ao docente identificá-las para novos planejamentos.

Espera-se que esta etapa, assim como as demais que estamos preparando, seja a oportunidade para uma real e efetiva integração entre os diversos componentes curriculares, considerando o impacto na melhoria de condições de aprender e desenvolver-se dos estudantes e dos professores nessa etapa conclusiva da Educação Básica.

Secretaria da Educação Básica

Ministério da Educação

Sumário

Introdução / 6

1. Contextualização e contribuições da área Ciências da Natureza para a formação do estudante do Ensino Médio / 9

2. Os sujeitos estudantes do Ensino Médio e os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano na área de Ciências da Natureza / 16

3. Trabalho, Cultura, Ciência e Tecnologia na área de Ciências da Natureza / 22

4. Possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares na área de Ciências da Natureza / 28

4.1. Ciências da Natureza: dimensões do currículo / 29

4.2. Abordagens pedagógico-curriculares da área de Ciências da Natureza: possibilidades e perspectivas / 32

4.2.1. A aprendizagem por meio da problematização da realidade: os momentos pedagógicos / 34

4.2.2. A experimentação como caminho pedagógico / 37

Referências 42

Introdução

Vícios de fontes

Carrego meus primórdios num andor.
Minha voz tem um vício de fontes.
Eu queria avançar para o começo.
Chegar ao criancimento das palavras.
Lá onde elas ainda urinam na perna.
Antes mesmo que sejam modeladas pelas mãos. [...]

Manoel de Barros

Caro professor, cara professora do Ensino Médio, na poesia de Manoel de Barros relembramos as experiências de descoberta do mundo, que se deram nos primeiros anos de nossas vidas. Chegar ao criancimento soa como chegar à origem, uma dimensão, não de algo intocado, adormecido, mas que, ao contrário, está em movimento, em transformação, pois a criança está sempre nomeando as coisas por conta própria, instigando, criando neologismos, investigando o ambiente ao seu redor. Parecem ser alquimistas natas. Mas por que isso muda quando deixamos de ser crianças? Manter essa curiosidade e o desejo de compreender o mundo é a busca maior de nossos estudos em Ciências da Natureza.

No entanto, ao longo do processo de escolarização parece que temos transformado o ensino e a aprendizagem das Ciências da Natureza em algo chato, burocrático, “decoreba”. Especialmente no Ensino Médio, é comum lermos e ouvirmos críticas ao ensino dos componentes curriculares relacionados às Ciências da Natureza, Biologia, Física e Química. Na verdade, reflexões que apontam problemas na educação científica não são momentâneas e tão pouco são situações exclusivas do Brasil. Alguns jovens brasileiros expressam opiniões negativas a respeito do estudo das Ciências da Natureza. São comuns as reclamações de que se trata de um ensino de conteúdos difíceis, muito distantes de seus interesses mais imediatos e que, na opinião de alguns, “não serve para nada”. Para que ocorra efetivamente mudança desse cenário, é preciso que haja uma ressignificação dos objetivos e sentidos da educação científica no contexto escolar.

Uma das finalidades do Ensino Médio apresentada no inciso IV do artigo 35 da Lei nº 9.394/1996 (BRASIL, 1996), Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), consiste na *compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina*. Considerando os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza, temos então, uma forma privilegiada de investigação, envolvimento, experimentação sobre o mundo natural na sua relação com o trabalho e com a sociedade.

Para tanto, a formação continuada dos professores em conjunto com outros fatores como infraestrutura, principalmente por meio de laboratórios, salas de aula equipadas, bibliotecas, salas de tecnologias educacionais, dentre outros, podem ser importantes medidas de intervenção para a melhoria do ensino de Ciências da Natureza, a fim de assegurar a permanência com qualidade dos alunos na escola.

A instituição escolar nem sempre consegue acompanhar as transformações da sociedade. Muitas vezes, parece que pouca coisa mudou com relação à escola de tempos passados, ao mesmo tempo em que também houve mudanças significativas em relação à organização, ao funcionamento, aos objetivos e aos meios característicos para a promoção da aprendizagem. É necessária a nossa reflexão, como professores do Ensino Médio, sobre esse cenário no qual a escola sofre constantes transformações, ao mesmo tempo em que apresenta resistências a mudanças.

Para tanto, formações profissionais constantes tornaram-se meios de promover o acompanhamento do fazer pedagógico às mudanças a que a escola tem passado. Da mesma forma, o perfil do estudante de alguns anos atrás não se assemelha ao perfil do aluno que está nos bancos escolares no dia de hoje. Suas atitudes, costumes, usos da linguagem, entre outros, demarcam as mudanças a que a escola está sujeita. Mudanças estas, que deveriam pautar também o currículo e, conseqüentemente, a prática do professor, as políticas, enfim, a escola.

As Ciências da Natureza sempre são destacadas como complexas e de difícil assimilação pelos estudantes. É comum ouvir nos conselhos de classe, que as notas mais baixas ou os componentes curriculares que mais retém/reprovam os alunos são as dessa área do conhecimento. No entanto, os conhecimentos característicos das Ciências da Natureza estão presentes na sociedade e todos os seres humanos, de uma maneira ou de outra, acabam por sofrer influência das conseqüências desses conhecimentos.

Para exemplificar esse fato, podemos nos referir às reclamações e restrições em sala de aula que diziam respeito ao uso de bonés e/ou fones de ouvidos. Atualmente, o centro dessas observações perpassa o uso de aparatos tecnológicos como os celulares e seus diversos aplicativos, câmeras digitais, tablets, entre outros. Por mais desenvolvida que seja a tecnologia presente nesses instrumentos, os jovens acabam dominando o seu uso rapidamente. Entretanto, grande parte dos indivíduos que utilizam esses aparelhos desconhecem aspectos do conhecimento científico que possibilitou a sua produção, bem como as questões sociais, históricas e até filosóficas que permeiam o processo de avanço tecnológico. Temos aí a oportunidade de chamar a atenção do estudante, uma vez que os conhecimentos das Ciências da Natureza estão por trás de todo esse cenário.



Baseado na ilustração do Professor Eric Siqueira disponível em <http://goo.gl/Gtbfbl>

FONTE: SEED/PR (2014). Disponível em http://multimeios.seed.pr.gov.br/resourcespace-seed/pages/view.php?ref=23134&search=tirinhas&order_by=relevance&sort=DESC&offset=0&archive=0&k= Acesso em: 28/7/2014.

Outra finalidade apontada no inciso III do mesmo artigo da LDB 9.394/96 é o *aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico*. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 2012) enfatizam que é necessário a escola prestar mais atenção e levar em consideração a diversidade brasileira do jovem estudante do Ensino Médio, para que o objetivo de formação humana integral seja atingido. Os conhecimentos da área das Ciências da Natureza têm o potencial para promover a compreensão dos fenômenos da realidade pelo estudante. Os professores de Biologia, Física e Química podem utilizar-se da curiosidade e criatividade presentes na infância, como visto no poema de Manoel de Barros, e mobilizar os conhecimentos para interpretar, construir, comunicar-se em diferentes linguagens, exercitar a criticidade – um posicionamento frente a uma hipótese/situação.

Pretende-se, neste Caderno, fomentar a reflexão acerca da responsabilidade dessa área do conhecimento em promover a percepção e compreensão dos fenômenos naturais, utilizando-se dos conhecimentos oriundos da Biologia, da Física e da Química. Nesse sentido, consideramos pertinente uma abordagem pautada na contextualização de seus conceitos com a realidade social, considerando o conhecimento científico produzido historicamente para que contribua com a formação integral do aluno.

O Caderno está organizado em quatro unidades. Na unidade 1 é realizada uma caracterização da área Ciências da Natureza e são destacadas as suas contribuições para a formação humana integral do estudante do Ensino Médio. Na unidade 2, o foco está na relação entre os conhecimentos da área e o sujeito do Ensino Médio na perspectiva dos direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano. A unidade 3 apresenta reflexões sobre as interações entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura na área das Ciências da Natureza conforme proposição das DCNEM e a unidade 4 traz possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares na área.

Acreditamos que a discussão com os demais colegas da escola em torno da proposta constante nestes Cadernos, contribuirá para a reflexão sobre as formas como o conhecimento científico tem sido trabalhado na escola e as suas implicações com relação à formação de sujeitos científica e tecnologicamente capazes de compreender esse conhecimento, suas relações com a realidade e tomada de decisões acerca do uso da ciência e da tecnologia na sociedade atual. Esperamos que as reflexões e atividades aqui propostas não fiquem restritas ao momento da formação, mas tenham implicações ao longo de sua jornada de trabalho e, principalmente, em sua sala de aula.

Desejamos um bom trabalho a todos e a todas!

1. Contextualização e contribuições da área Ciências da Natureza para a formação do estudante do Ensino Médio

Caro Professor, cara Professora, o estudante do Ensino Médio tem o direito de ser inserido no mundo formal dos conhecimentos produzidos historicamente e culturalmente de modo a construir significados sobre eles, como reconhecem as DCNEM. Queremos refletir com vocês sobre como os componentes curriculares Biologia, Física e Química, organizados na área Ciências da Natureza, podem contribuir com a meta de possibilitar a formação integral do estudante.

Na primeira etapa do curso, especialmente no [Caderno IV](#) (BRASIL, 2013c), vocês tiveram a oportunidade de discutir a concepção do que caracteriza uma área de conhecimento, discutindo pressupostos educativos e pedagógicos da integração curricular e a importância de se obter uma visão ampliada da realidade por meio da integração das especialidades de cada campo de conhecimento.

Na área das Ciências da Natureza, o currículo tem sido organizado historicamente de forma a priorizar processos de ensino e aprendizagem conteudistas, em que os conceitos de Biologia, Física e Química não dialogam entre si. Por exemplo, em Química se cristalizou um modelo no qual no primeiro ano se ensina a Química Geral e a Química Inorgânica, no segundo ano, a Físico-Química e só no terceiro ano, a Química Orgânica. Deste modo, quando se fala em equilíbrio químico (no segundo ano ou no início do terceiro), geralmente não se utilizam as reações de compostos de carbono. Quando se fala no calor envolvido nas reações químicas (Termoquímica) não se volta ao conceito de ligação química para explicar que este calor, liberado ou absorvido, é o produto do saldo energético envolvido na quebra e formação de ligações químicas. E o conceito de energia de ligação é, geralmente, citado apenas como mais um algoritmo para que o estudante calcule a variação do calor liberado ou absorvido pelo sistema em uma reação.

A mesma fragmentação pode ser observada na organização dos outros componentes curriculares da área. Por exemplo, no modelo predominante em Biologia, Evolução e Ecologia ficam para o final do terceiro ano do Ensino Médio, quando poderiam perpassar e integrar todos os conhecimentos de Biologia por constituírem paradigmas centrais para a compreensão desse componente. Não se trata aqui de negar a existência de divisões dentro de cada uma das ciências citadas, mas de verificar as consequências de uma organização curricular que parte desta divisão e não possibilita a ampliação do aprendizado dos estudantes para além dela.

Além da fragmentação no interior do componente curricular há ainda a falta de interação entre os componentes da área, que fica clara quando a linguagem molecular desenvolvida na Química não é utilizada na Biologia, por exemplo. Ao trabalhar com a hidrólise do ATP (adenosina-trifosfato, molécula com importante papel no metabolismo celular) na Biologia, parte dos professores a conceitua como a simples quebra de uma ligação química que “gera calor”. Não é comum mencionar que, numa reação de hidrólise, a água toma parte como reagente e que a quebra de ligações químicas exige, na verdade, o fornecimento de energia para o sistema, embora a reação de hidrólise seja exotérmica. Ou seja, professores de Química não se “comunicam” com os de Física ou os de Biologia e vice-versa, para abordarem de maneira integrada conceitos comuns.

É o caso também do conceito de energia. Em geral, estuda-se Eletroquímica em Química no segundo ano do Ensino Médio, e somente no terceiro ano são tratados os fundamentos do eletromagnetismo em Física, quando os dois assuntos poderiam ser abordados em conjunto em um mesmo momento. Tais exemplos são citados aqui para ilustrar como, sem percebermos, podemos apresentar ideias e conceitos em contextos totalmente desconectados, sem ajudar os estudantes a fazerem importantes ligações que poderiam contribuir para que eles compreendessem, de forma mais ampla e profunda, esses conhecimentos. Com isso, acabamos dificultando os processos de ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza e, princípios gerais como, por exemplo, a conservação de massa e energia, que são fundamentais para os três componentes, não são compreendidos em sua universalidade. Como consequência, não é desenvolvida a construção de uma visão mais completa e integrada do pensar científico e da forma de conhecer cientificamente a natureza, objeto comum de estudo dos componentes em questão.

Esta fragmentação dentro e entre as disciplinas dá uma ideia, para os estudantes e para nós professores, de que as pequenas frações de conhecimento e os diferentes conceitos nelas envolvidos se encerram em si mesmos. Então, somos levados a acreditar que para ensinar ciências devemos focar mais em formas de classificação de processos ou objetos (funções químicas, classes de compostos, tipos de reações, características típicas de espécies biológicas, etapas de divisão celular, definições de conceitos, por exemplo) ou fazer inúmeros exercícios matemáticos (tão comum na Física e também na Química) para decorar a forma (algoritmo) de resolver “problemas” que basicamente só servirão para obter notas em exames (provas ou vestibulares).

Ao não atribuir sentido aos conhecimentos físicos, químicos e biológicos, o estudante vai deixando de se interessar por essa área do conhecimento e passa a manifestar insatisfação, dificuldades e até medo desses componentes curriculares. No entanto, as possíveis relações entre ciência e cotidiano são ricas e necessárias do ponto de vista da participação ativa na sociedade, sobretudo ao contribuir na tomada de decisão e processos de escolha que terão impacto na sua vida e de sua comunidade, por um lado, e ao ter acesso a uma forma de **encantamento pelo mundo**, ampliando sua visão sobre a realidade.

Nessa perspectiva, compreender o que une a Biologia, a Física e a Química, vai para além dos seus objetos de estudo – vida, matéria

Em outras palavras

Você já deve ter ouvido dos seus alunos “Mas, professor, pra que temos que aprender isso?” Essa pergunta revela uma visão de que todo o conhecimento sempre deve servir a alguma coisa, uma visão utilitarista do conhecimento. Defendemos aqui que o conhecimento, além da função de auxiliar na resolução de problemas cotidianos, tem também uma função estética, ou seja, a de contribuir para ampliar nossa leitura de mundo e de enxergá-lo de uma maneira diferente, vendo beleza na maneira como o ser humano cria explicações sobre o mundo natural e como essas explicações se modificam ao longo da história. Podemos, por exemplo, nos encantar com a explicação científica sobre a formação de cristais ou sobre a possível existência de seres tão diferentes dos atuais.

e transformação – conforme discutido no [Caderno IV](#) da etapa I desta formação (BRASIL, 2013c, p. 12). Dos processos históricos de investigação envolvidos na produção de conhecimento desses componentes, derivam princípios que podem orientar as escolhas curriculares para contemplar a formação humana integral do estudante.

Compreender que as Ciências da Natureza são constituídas por atividades sociais e culturais produzidas no diálogo com inúmeros outros conhecimentos é um primeiro princípio. É preciso superar a visão, ainda tão comum, de cientistas solitários (em geral, homens brancos) que desenvolvem teorias complexas sobre o mundo natural a partir somente de seu talento nato. A superação dessa visão, e outros fatores ligados a uma concepção de ciência como atividade autônoma e neutra, constituem elementos que começaram a ser questionados há pouco mais de quatro décadas, no âmbito de um movimento que ficou conhecido como *movimento CTS*. Veremos com maior profundidade estas questões na unidade 3 deste Caderno.

A atividade científica, qualquer que seja ela, é realizada em grupos de pesquisa que interagem entre si e colaboram para o desenvolvimento de um tema de investigação. A escolha desses temas não necessariamente está relacionada com uma simples curiosidade sobre o funcionamento do mundo, mas envolve também pressões sociais, políticas e econômicas. Um exemplo de como se dão essas pressões está nas encomendas de pesquisas por empresas diversas. Em geral, tais pesquisas mostram resultados que atenuam aspectos nocivos do produto ou serviço comercializado e valorizam características com valor de mercado. Outra situação ligada a tais pressões, relaciona-se à falta de investimentos para a pesquisa sobre doenças tropicais que afetam principalmente países em desenvolvimento. Por outro lado, há grupos de pesquisa interessados em contribuir com o desenvolvimento socioeconômico de uma população, assim como com a preservação ambiental.



Veja um exemplo disso na entrevista “A malária já não é uma doença negligenciada”, disponível em <http://agencia.fapesp.br/19241>.

As abordagens pedagógico-curriculares dependem dos objetivos pedagógicos estabelecidos pelo professor. No entanto, também podem contribuir para corroborar com uma visão das Ciências da Natureza neutra, objetiva, com verdades absolutas e imutáveis ou para romper com essa visão e ampliar a compreensão do papel dessa área de conhecimento na sociedade e de seus modos de funcionamento.

Uma aula expositiva, por exemplo, pode ser utilizada como modalidade didática ideal para o professor introduzir e apresentar um tema ou para a realização de necessárias sínteses do que foi estudado (KRASILCHIK, 2004). Porém, quando o professor baseia o seu curso excessivamente nessa abordagem, focando em sua autoridade ou na do texto didático, reforça-se a transmissão de conceitos como verdades acabadas e descobertas definitivas sobre o mundo natural e uma visão das Ciências da Natureza como neutra e objetiva. Afinal, se o professor ou o texto didático afirmam que fotossíntese é a maneira pela qual os vegetais obtêm matéria orgânica para a sua sobrevivência, quem é o aluno para discordar? No entanto, pesquisas demonstram que é muito difícil para os estudantes abandonarem suas concepções prévias e as

substituírem pelo conhecimento científico, e também questionam se este seria o **objetivo da educação em Ciências da Natureza**.

Nesse sentido, ambientes de aprendizagem que possibilitem o trabalho em grupo, em que as interações em sala de aula favoreçam a negociação de significados e a valorização das ideias dos estudantes, são propícios para a construção de uma concepção social de produção de conhecimento científico. É no trabalho em grupo que os estudantes podem ser, de fato, envolvidos em investigações autênticas, ou seja, situações em que propõem problemas ou buscam resolver problemas propostos pelo professor ou pelo material didático. Nesse processo, terão que coletar dados, relacionar, comparar e avaliar variáveis, elaborar explicações e soluções para as questões, operações imprescindíveis para a construção autônoma do conhecimento.

Por exemplo, ao invés de receber do professor a informação de que os vegetais precisam da luz para o seu desenvolvimento e depois fazer o experimento do crescimento de feijões em ambientes iluminados e não iluminados, os estudantes poderiam conduzir uma investigação para determinar a influência da luz no desenvolvimento de sementes de feijão, elaborando um desenho experimental que atendesse aos objetivos propostos, coletando dados, escolhendo a melhor forma de apresentar esses dados, elaborando explicações a partir dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para os dados encontrados e propondo novas perguntas de pesquisa. Com isso, os estudantes teriam a oportunidade de mobilizar saberes e vivências das Ciências da Natureza para construir conhecimentos relevantes para a área e para sua formação. No caso de **questões sociocientíficas**, seria possível também o diálogo com outras áreas de conhecimento e com outras práticas culturais, ampliando e ressignificando seus repertórios e leitura de mundo.

Ao ter acesso a essas vivências, podem ser privilegiadas concepções das Ciências da Natureza como um processo criativo e imaginativo, no sentido de ser possível constatar que não há um único método para se responder às questões, nem uma sequência fixa de etapas que o estudante deve passar para realizar uma investigação. Se por um lado, os estudantes precisam ser criativos ao elaborarem desenhos experimentais que respondam satisfatoriamente às questões de pesquisa, por outro lado, esse processo também valoriza os conhecimentos prévios ou estruturas teóricas como orientadoras para avaliar ou tomar decisões sobre quais dados coletar, que perguntas fazer,



Para um aprofundamento sobre essa discussão, leia o artigo **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Acesse: http://www.if.ufrgs.br/ien-ci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf

Em outras palavras

As *questões sociocientíficas* “abrange[m] controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e que, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet). Questões como a clonagem, os transgênicos, o uso de biocombustíveis, a fertilização in vitro, os efeitos adversos da utilização da telecomunicação, a manipulação do genoma de seres vivos, o uso de produtos químicos, entre outras, envolvem consideráveis implicações científicas, tecnológicas, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social”. (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p. 3)



Para se aprofundar no conceito de Alfabetização Científica, leia: SASSE-
RON, L. H.; CARVALHO,
A. M. P. de. Alfabetização
científica: uma revisão bi-
bliográfica. **Investigações
em Ensino de Ciências**,
16(1), p. 59-77, 2011. Dis-
ponível em: [http://www.
if.ufrgs.br/ienci/artigos/Ar-
tigo_ID254/v16_n1_a2011.
pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf) Acesso em: 13/8/14.

CACHAPUZ, GIL-PE-
REZ et al. **A necessária
renovação do ensino das
ciências**. São Paulo: Cor-
tez Editora, 2005.

quais evidências utilizar, como avaliá-las para formular explicações e responder perguntas, criando novos questionamentos.

Fazer perguntas, elaborar maneiras de coletar dados empíricos, coletar e registrar dados, decidir quais evidências são relevantes para responder às questões, elaborar explicações, comunicar os resultados são atividades que, por um lado, permitem que o estudante opere sobre a realidade e sobre o conhecimento, ao mesmo tempo em que possibilita o aprendizado sobre as Ciências da Natureza, superando a tradicional visão de que ensinar e aprender Ciências é ensinar e aprender conceitos descontextualizados. Nessa perspectiva, educar em ciências e sobre ciências são vistos como processos conectados, caracterizando o que se conhece na área por **Alfabetização Científica**.

Uma educação em Ciências da Natureza, que almeja a Alfabetização Científica, busca explicitar as contribuições dessa área para que o estudante amplie sua leitura de mundo e participe, de maneira engajada, nos embates da sociedade que envolvam aspectos científico-tecnológicos, tanto no seu âmbito técnico como nas relações deste com os âmbitos éticos, econômicos e ambientais.

Para isso, é direito do estudante do Ensino Médio que as diversas dimensões do conhecimento científico sejam contempladas na elaboração de propostas curriculares: a dimensão conceitual associada à dimensão investigativa em diálogo com outras formas de conhecimentos. O exercício desse direito acontece em um ambiente em que a linguagem toma um papel central. Se, por um lado, a significação e o aprendizado acontecem por meio das interações que ocorrem em sala de aula, por outro lado, apreender a linguagem do outro permite conhecê-lo. Para conhecer as Ciências da Natureza e se posicionar perante o trabalho realizado pelos cientistas e com os impactos dos resultados de suas pesquisas na sociedade, é preciso ter acesso aos valores, linguagens, símbolos, artefatos no fluxo da ação social na qual ganham significado. Aprender Ciências da Natureza na escola não é o mesmo que aprender a falar ciência, a se comportar como um cientista ou fazer ciência, mas é compartilhar e negociar o mundo conceitual e linguístico no qual os cientistas atuam, de modo a poder dialogar com eles e a se posicionar perante eles.

Uma situação fictícia, mas bem provável, ilustra um dos aspectos desse falar Ciência. Quando um aluno pergunta “por que os cientistas inventam tantos nomes difíceis que não servirão pra nada na minha vida?”, referindo-se à nomenclatura científica, ele está ofere-

cendo uma ótima oportunidade ao professor de discutir o papel da linguagem na Ciência. Nesta ocasião, o professor poderia criar situações para problematizar a relevância da troca de informações científicas sobre determinado ser vivo ou processo entre pesquisadores de locais diferentes. Essa situação tem o potencial para promover uma reflexão sobre a importância da padronização de termos e conceitos dentro de determinada comunidade científica para que as ideias sejam compreendidas e debatidas pelos demais pesquisadores. Caso não haja o compartilhamento de significados, a comunicação e a legitimação do conhecimento estariam impedidas. Além disso, essa comunicação é fundamental para o indivíduo se posicionar perante assuntos científicos de interesse social.

Linguagem aqui é compreendida de maneira bastante ampla, não entendida somente como fala ou escrita, mas como ferramenta simbólica constitutiva do pensamento e do raciocínio, que pode ser utilizada como tecnologia para a produção de sentido na descrição e explicação dos eventos do mundo natural.

Ao realizar uma coleta de dados sobre o crescimento de uma planta, por exemplo, o estudante registra sua altura em centímetros em uma tabela. O registro de dados em uma tabela não é uma tarefa trivial, requer aprendizagem e significação. Os dados dessa tabela podem ser transformados em um gráfico, se o objetivo da investigação for compreender o crescimento do vegetal ao longo do tempo. Novamente, esse processo de transformação não é óbvio e é necessário criar estratégias em sala de aula para que o estudante exerça o seu direito à significação social de formas de linguagem típicas da área de Ciências da Natureza.

Assim, os estudantes das Ciências da Natureza utilizam diferentes linguagens para construir a formulação de novos conhecimentos, para acessar e compreender ideias estabelecidas na ciência. Tudo isso envolve as habilidades de interpretar, construir e refutar argumentos que associam evidências e dados empíricos às explicações e teorias.

Nesse sentido, vivenciar situações argumentativas, em que os estudantes tenham a possibilidade de participar de atividades dialógicas em que estabeleçam relações entre evidências e explicações, determinem critérios para análise e avaliação de teorias e explicações, considerem explicações alternativas, é uma forma de valorizar o desenvolvimento do pensamento individual e também o caráter social da construção do conhecimento científico escolar.

O desenvolvimento da autonomia intelectual do estudante por meio da participação em **investigações autênticas** é um princípio norteador da abordagem do ensino das Ciências da Natureza que pretende a Alfabetização Científica, e que tem como meta criar ambientes de aprendizagem para que os estudantes



Para reflexões e dicas sobre sequências didáticas investigativas e investigações autênticas, leia: CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino e Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

Outros dois exemplos de propostas de sequências didáticas interdisciplinares na área de Ciências da Natureza estão em: **Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético**, disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1267-1.pdf> e **O aquecimento global como conteúdo norteador para ensinar sobre visão sistêmica do planeta Terra no ensino médio**, disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0233-1.pdf>.

do Ensino Médio vivenciem os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano. Em investigações autênticas, os estudantes têm a oportunidade de elaborar questões de interesse, desenhar o procedimento experimental, coletar e registrar os dados, analisar os dados, elaborar explicações com base nos dados e no conhecimento teórico ou prévio. Se essas situações ocorrerem de preferência em grupos, as interações sociais contribuirão com a negociação e o compartilhamento de significados, com a construção de uma concepção social das Ciências da Natureza e com o exercício de diversas formas e usos de linguagem e argumentação.

REFLEXÃO E AÇÃO

Caro professor, cara professora, a seguir propomos duas atividades para a atividade de reflexão e ação. 1. Abaixo, está o link para uma questão da prova de Ciências da Natureza do exame PISA. São três questões sobre O COMPORTAMENTO DO ESGANA-GATA, da página 63 a 68 de http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdfhttp://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf

Analise a questão e discuta com o seu grupo:

- a) Quais são os conhecimentos que essa questão tem como objetivo avaliar?
- b) Discuta com seu grupo a importância de o estudante do Ensino Médio ser avaliado em relação a esses conhecimentos, de acordo com o que foi apresentado nesta unidade.
- c) Como o ensino das Ciências da Natureza, no seu contexto de trabalho, pode contribuir para o desenvolvimento desses conhecimentos?

2. É comum associarmos investigação com experimentação nas salas de aula de Ciências da Natureza. No entanto, a experimentação no ensino de Ciências da Natureza, de maneira geral, é aplicada para se demonstrar algum conceito e, muitas vezes, tem somente como objetivo motivar mais o aluno para o tema. Ao contrário dessa concepção, tentamos mostrar nesta unidade que a investigação no ensino das Ciências da Natureza constitui-se por princípios orientadores da prática pedagógica. Esses princípios não necessariamente se concretizam por meio de atividades experimentais. Podem ser realizados também com a mediação de textos didáticos, textos de divulgação científica, exercícios, vídeos, atividades com características diversas. Cabe salientar que uma atividade experimental em que é solicitado ao aluno seguir um protocolo e as questões apenas confirmam o conceito estudado nas aulas teóricas precedentes, não contribui nem para o aprendizado nem para a construção de uma visão de Ciências da Natureza como discutido aqui.

Nos documentos abaixo, há duas atividades experimentais sobre um mesmo tema. Aparentemente, as atividades se referem a temas de Biologia e os professores de Física e Química podem não se sentirem confortáveis em analisá-las. No entanto, as atividades pretendem criar possibilidades de o estudante vivenciar o pensamento e a argumentação científicos. Ao ser possível compará-las, enriquecemos esta reflexão. Por essa razão, convidamos a todos os professores a realizá-la, de preferência em grupos interdisciplinares.

I. Metabolismo das plantas. Orientações para o aluno. Acesse:

<http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/me51.pdf>

II. Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa.

Atividade 2: Como ocorre o transporte de água no corpo das plantas.

Acesse:

<http://labtrop.ib.usp.br/doku.php?id=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:at2>

Analise com o seu grupo as atividades, de acordo com os seguintes critérios:

a) Quais são os objetivos, os conceitos e habilidades pretendidos em cada uma das atividades?

b) Quais são as diferentes linguagens compartilhadas em cada uma das atividades (fala, escrita, tabela, gráfico, imagem, etc.) e como elas são mobilizadas pelos estudantes?

c) Qual é o grau de autonomia intelectual dos alunos na realização de cada uma das atividades?

d) Quais são as concepções das Ciências da Natureza presentes em cada uma das atividades?

e) Quais seriam as possibilidades de execução das atividades em seu contexto de trabalho? Você faria modificações nas atividades? Quais seriam? Por que essas modificações seriam necessárias?

2. Os sujeitos estudantes do Ensino Médio e os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano na área de Ciências da Natureza

Caro professor, cara professora, tendo em vista as contribuições que os conhecimentos da área de Ciências da Natureza, apontadas na unidade anterior, representam para a formação humana integral do estudante do Ensino Médio, cabe-nos nesta unidade refletir um pouco mais sobre esses sujeitos e sua relação com os conhecimentos da área, na perspectiva dos direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano. Já discutimos os sujeitos do Ensino Médio no segundo [Caderno](#) (BRASIL, 2013a) da primeira etapa dessa formação, e parece adequado retomarmos alguns elementos desta discussão mais geral antes de focarmos nas especificidades pertinentes aos componentes curriculares desta área de conhecimento. [Conhecer os interesses e as](#)



O artigo *Ensino Médio está distante da vida dos jovens* aborda alguns aspectos interessantes para uma discussão sobre estas questões. Acesse: <www.emdialogo.uff.br/content/ensino-medio-esta-distante-da-vida-dos-jovens>

Em outras palavras

Nessa perspectiva, costuma-se valorizar “o trabalho individual, a atenção, a concentração, o esforço e a disciplina, como garantias para a apreensão do conhecimento. As trocas de informações, os questionamentos, as dúvidas e a comunicação entre os alunos, enfim a interação entre pares, são interpretadas como falta de respeito, dispersão, bagunça, indisciplina e ‘conversas paralelas’. Dá-se, portanto, privilégio à interação adulto-criança”. (REGO, 2012, p. 89-90)



O texto *Aprendizagem: as questões de sempre, a pesquisa e a docência* discute alguns aspectos sobre aprendizagem em ciências tendo em vista sua estreita relação com a psicologia e com a pesquisa em Ensino de Ciências. Acesse: http://www.cienciaemtelanotes.ufrj.br/artigos/Colinvaux_2008_1.pdf

necessidades dos jovens estudantes torna-se fundamental para a organização de um trabalho pedagógico que vai ao encontro da perspectiva das DCNEM, uma vez que estes jovens passam a ser posicionados como sujeitos centrais no processo educativo e, portanto, portadores de direitos.

Mas o que significa o aluno ser o sujeito central no processo educativo? Para tentarmos compreender este aspecto, precisamos pensar um pouco sobre algumas concepções de práticas pedagógicas presentes na escola. Dentro de uma **perspectiva tradicional de educação**, que vem permeando a maioria das instituições escolares, o professor ocupa o centro do processo de ensino, uma vez que é o responsável por selecionar os conteúdos a serem transmitidos, planejar o trabalho pedagógico tendo em vista a transmissão de conteúdos acumulados pela humanidade. Aos estudantes, que ocupam uma posição secundária e passiva, cabe executar prescrições inerentes ao processo escolar. É muito comum os alunos serem punidos pelo professor por não se adequarem aos padrões presentes nessa concepção; dentro dessa visão, o estudante ideal é aquele que não conversa, que demonstra interesse e faz tudo o que o professor ordena.

Na perspectiva deste paradigma educacional, o professor é o detentor do saber. A ele cabe montar um planejamento de conteúdos, definidos a partir de referenciais pessoais constituídos ao longo de sua experiência como docente, e transmiti-los aos estudantes, averiguando posteriormente se houve **aprendizagem**, a partir de uma avaliação. Entre as estratégias mais comuns para tentar garantir a aprendizagem estão as famosas listas de exercícios de fixação, em que os alunos repetem protocolos a partir de roteiros apresentados pelo professor em uma aula expositiva, por exemplo. De acordo com Rego (2012), esse paradigma permite que a simples memorização de um conjunto de conteúdos desarticulados seja confundida com aprendizagem. A falta de relação dos conteúdos com o cotidiano do aluno e sua realidade social é um dos fatores que favorece a memorização mecânica de conceitos, que acaba por servir apenas para que o estudante execute uma avaliação de maneira satisfatória, de modo que não seja penalizado com notas baixas.

Precisamos concordar que esta concepção de ensino e aprendizagem é predominante no contexto educacional atual. Muitos podem estar pensando: o que há de errado com essa concepção? Eu passei

por tal tipo de educação, meus professores agiam assim, eu atuo dessa forma, por que preciso mudar agora? Perante tais questões colocamos a seguinte pergunta: será que esse modelo é o mais adequado para os jovens da atualidade? Não é preciso ir longe para verificarmos que o modelo educacional vigente não é apropriado se olharmos, por exemplo, os resultados preocupantes obtidos nas avaliações em larga escala, como vimos no sexto [Caderno](#) (BRASIL, 2013d) da primeira etapa desta formação. Torna-se necessário, portanto, que reflitamos sobre como podemos agir no sentido de promover uma renovação no ensino, reconhecendo as limitações do paradigma educacional vigente.

Nesse sentido, as DCNEM partem de uma concepção em que se muda o foco do processo educativo, colocando o estudante como sujeito central neste processo, como já foi apontado na nossa primeira etapa de estudos, no segundo [Caderno](#) (BRASIL, 2013a). Esta nova forma de organização requer uma “reinvenção” da escola, no sentido de promover mudanças que possam contribuir para garantir uma formação humana integral aos nossos jovens. Significa que precisamos repensar nossas práticas, a fim de promover um trabalho que, de fato, proporcione aos estudantes acesso aos conhecimentos, saberes, vivências e experiências escolares de cada componente curricular de maneira integrada, garantindo assim o direito à aprendizagem e ao desenvolvimento humano inerente a cada sujeito.

Vamos agora refletir um pouco sobre como os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano se configuram no âmbito da área de Ciências da Natureza. A reflexão que aqui propomos busca trazer alguns subsídios para que possamos pensar em práticas que promovam a integração entre os conhecimentos da Biologia, da Física e da Química, de modo que sejam superadas práticas que perpetuam a fragmentação do conhecimento. Há quem acredite que existe a intenção de se extinguir disciplinas, a fim de se implantar uma organização curricular única para as Ciências da Natureza. Não é esse o objetivo, até porque as DCNEM garantem que **nenhuma disciplina deixará de existir**. O que precisamos ter em mente é que há uma necessidade urgente de trabalharmos de maneira integrada, atribuindo significados aos conhecimentos científicos escolares. Não podemos negar que grande parte das relações entre os conhecimentos pertinentes a esses componentes curriculares são ignoradas no atual modelo curricular. É comum encontrarmos escolas em que professores de Física não dialo-

Em outras palavras

Segundo as DCNEM, a organização por áreas de conhecimento não dilui nem exclui componentes curriculares com especificidades e saberes próprios construídos e sistematizados, mas implica no fortalecimento das relações entre eles e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo planejamento e execução conjugados e cooperados dos seus professores. (BRASIL, 2012, p. 3)

gam com professores de Química e Biologia, por exemplo, buscando uma prática que integre os conhecimentos destes componentes.

De acordo com as DCNEM, o currículo do Ensino Médio deve ser organizado de tal forma que se garanta a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras, das artes, do processo histórico de transformação da sociedade e da cultura, bem como o domínio da Língua Portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania. Entendendo tais fatores como elementos essenciais para a formação humana integral dos estudantes, podemos inferir que a proposição acima caracteriza, de maneira geral, um conjunto de direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano que devem ser garantidos aos estudantes do Ensino Médio.

Para garantir tais direitos, o documento aponta que a organização curricular das unidades escolares, no que diz respeito à seleção de conhecimentos, metodologias, formas de avaliação, entre outros, deve ter presente as dimensões do *trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como eixo integrador* entre os conhecimentos, o *trabalho como princípio educativo*, a *pesquisa como princípio pedagógico*, os *direitos humanos como princípio norteador* e a *sustentabilidade socioambiental como meta universal*. (BRASIL, 2012, p. 4-5)

Trabalhar numa perspectiva que leve em conta estas dimensões, de acordo com o documento, envolve reconhecer o papel da integração dos conhecimentos dentro de cada área, de modo que cada componente curricular proporcione a apropriação de conceitos e categorias básicas de maneira integrada e significativa, e não o simples acúmulo de informações e conhecimentos desarticulados e fragmentados. Nesse sentido, a contextualização e a interdisciplinaridade constituem elementos fundamentais para se propiciar a articulação entre os saberes dos diferentes campos do conhecimento, assegurando a transversalidade do conhecimento de diferentes áreas e componentes curriculares. (BRASIL, 2012)

Nos parágrafos anteriores, comentamos de forma breve o que entendemos como elementos relevantes, apontados pelas DCNEM, para uma organização escolar que leve em conta os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano que, uma vez assegurados, podem vir a garantir a formação humana integral do estudante do Ensino Médio. Você pode estar pensando que não se trata de um discurso novo, que tais coisas já estão em discussão há muito tempo. Contudo, a escola está longe de ter incorporado tais aspectos na prática docente da maioria dos professores. Talvez porque nunca nos foi proporcionado um momento de reflexão conjunta tal como o proposto no âmbito desta formação. Devemos então aproveitar este momento para pensarmos em como podemos agir no sentido de mudar de fato nossa prática em busca da tão almejada melhoria da qualidade da educação da escola pública. Certamente, tal melhoria não depende somente da formação de professores, mas de um conjunto de questões que interferem no trabalho pedagógico. Contudo, este momento de reflexão pode nos ajudar a repensar algumas práticas, de modo que possamos contribuir de maneira mais efetiva para um possível avanço nesse âmbito.

Tendo em vista os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento humano que devem ser garantidos aos estudantes, como os professores de cada componente curricular da área das Ciências da Natureza podem se organizar para uma abordagem integradora dos conhecimentos? E mais: como esta área pode “conversar” com as demais no sentido de proporcionar ao aluno uma visão integrada do todo? De acordo com Krasilchik e Marandino (2007, p. 51), “a integração do Ensino de Ciências com outros elementos do

currículo, além de levar à análise de suas implicações sociais, dá significado aos conceitos apresentados, aos valores discutidos, e às habilidades necessárias para um trabalho rigoroso e produtivo”.

Uma das possibilidades que podemos apontar envolve um planejamento pedagógico que leve em conta a problematização de questões ou temáticas presentes no contexto social dos estudantes, de modo que o conhecimento científico traga subsídios para o debate acerca de possíveis soluções para o problema abordado. Há um momento reservado, na quarta unidade deste Caderno, para uma discussão mais ampla sobre as metodologias e abordagens que podem ser adotadas pelos professores, mas podemos fazer um exercício de pensarmos como os conhecimentos da nossa área podem ser organizados sob essa perspectiva.

Tomando o eixo integrador apontado pelas DCNEM – trabalho, ciência, tecnologia e cultura – as temáticas que podem ser propostas para integrar os conhecimentos de cada componente curricular podem envolver, por exemplo, a questão da mobilidade nos centros urbanos, a nutrição e a segurança alimentar, o consumo e a sustentabilidade socioambiental, as tecnologias de informação e comunicação, a prevenção e o tratamento de doenças, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, a produção e o consumo de energia, o uso do solo e questões habitacionais, a influência do homem sobre o clima (e vice-versa), o respeito à diversidade étnica, sexualidade e gênero, entre outros temas articuladores que podem ser relevantes aos estudantes, em função das especificidades do contexto social de suas comunidades.

A organização do trabalho por temáticas, podendo ainda levar em conta as controvérsias presentes em questões sociocientíficas, pode mostrar aos alunos a relevância dos conhecimentos científicos e sua pertinência para uma compreensão ampliada dos problemas vivenciados pela sociedade. Tal prática favorece a formação crítica dos estudantes, oferecendo a possibilidade dos sujeitos desenvolverem uma postura de cidadãos agentes de transformação, que terão condições de tomar decisões conscientes em processos que envolvem a participação da população. Assim, parafraseando Chassot (2011), a “transmissão” dos conhecimentos da Biologia, da Química e da Física precisa ser “encharcada na realidade”, dentro de uma “concepção que destaque o seu papel social, mediante uma contextualização social, política, filosófica, histórica econômica e (também) religiosa”. (CHASSOT, 2011, p. 75)

Entretanto, é preciso favorecer práticas que envolvam a participação ativa dos estudantes como sujeitos protagonistas no processo educativo. Nesse sentido, apontamos a pesquisa, trazida pelas DCNEM como princípio pedagógico, como um possível fio condutor para o planejamento docente, na medida em que possibilita que a investigação e a busca por respostas favoreçam a construção e a reconstrução dos conhecimentos científicos, de maneira significativa. A organização de seminários, debates, exposições, aulas de campo, visitas, entre outras atividades, pode constituir uma excelente maneira de exercitar esse protagonismo, permitindo ao docente inúmeras possibilidades de ação em prol de uma educação mais dinâmica e menos pautada no simples acúmulo de informações ou na memorização.

Diante das reflexões aqui apresentadas, é imprescindível que trabalhemos em conjunto, no sentido de promover a integração entre os conhecimentos da Biologia, Física e Química a fim de proporcionar ao aluno uma compreensão ampliada das questões presentes no seu contexto, trazendo significado aos conceitos científicos. Chegamos a um ponto em que não mais podemos justificar nossas escolhas pedagógicas numa lógica tradicional, que preza pela transmissão de conteúdos desconexos e fragmentados. Até porque conceitos e definições podem facilmente ser acessados pelos alunos via pesquisa na web a partir dos seus telefones celulares, por exemplo. Logo, defender que a escola é o único meio de o aluno acessar informação não se justifica mais na atual conjuntura tecnológica.

Precisamos **estimular os estudantes a refletir**, estabelecer relações entre os conhecimentos, a perceber que a ciência está em qualquer lugar, em qualquer fenômeno, seja ele natural ou social. Para isso, precisamos deixar para trás algumas convicções que foram postas em nossa formação escolar e acadêmica, pois os tempos são outros, a demanda é outra, o mundo mudou. Precisamos transformar nossa prática se quisermos atuar como protagonista no sentido de contribuir para uma mudança em termos de qualidade da educação dos nossos jovens.

Em outras palavras

De acordo com Davydov (apud LIBÂNEO, 2004, p. 22), a tarefa da escola contemporânea não consiste em dar às crianças uma soma de fatos conhecidos, mas em ensiná-las a orientar-se independentemente na informação científica e em qualquer outra. Isto significa que a escola deve ensinar os alunos a pensar, quer dizer, desenvolver ativamente neles os fundamentos do pensamento contemporâneo para o qual é necessário organizar um ensino que impulse o desenvolvimento.

REFLEXÃO E AÇÃO

Caro professor, cara professora, leiam as proposições abaixo, retiradas do livro *Ensino de Ciências e Cidadania* das autoras Myrian Krasilchik e Marta Marandino (2007, p. 54-55). Este livro pode ser encontrado na biblioteca da sua escola, pois faz parte do acervo do Programa Nacional Biblioteca da Escola – *PNBE do Professor*, do ano de 2010.

ENSINAR CIÊNCIAS É:

- Estimular atividade intelectual e social dos alunos.
- Motivar e dar prazer pelo aprendizado.
- Demonstrar que o processo da ciência e da tecnologia resultou de um esforço cumulativo de toda a humanidade.
- Demonstrar que o conhecimento científico vai mudando à medida que novas informações e teorias levam a interpretações diferentes de fatos.
- Estimular a imaginação, a curiosidade e a criatividade na exploração de fenômenos de interesse dos alunos.
- Fazer com que os estudantes conheçam fatos, conceitos e ideias básicas da ciência.
- Dar condições para trabalhos práticos que permitam vivenciar investigações científicas rigorosas e éticas.

ENSINAR CIÊNCIAS NÃO É:

- Realizar exercícios de laboratório seguindo “receitas”, sem promover discussões para análise de procedimentos e resultados.
- Usar “fórmulas” para resolver problemas sem discutir o seu significado e propostas alternativas.
- Fazer os alunos decorarem termos que não mais serão usados durante o curso.
- Priorizar na sequência do curso e das aulas o conteúdo sem levar em conta fatores que promovam a motivação e o interesse pelo mesmo.

- Não relacionar e exemplificar sempre que possível o conteúdo ao cotidiano e às experiências pessoais dos alunos.
- Não apresentar aplicações práticas do que é ensinado.
- Não criar situações para realização de experimento mesmo em situações adversas de trabalho, falta de material, classes numerosas, entre outras.
- Permitir que os alunos pensem que a Ciência está pronta e acabada e que os conhecimentos atuais são definitivos.
- Não apresentar e analisar a evolução histórica da ciência.

Discuta essas afirmações com os seus colegas. Todos concordam com essas afirmações? Como podem, de fato, serem planejadas práticas que corroborem com tais proposições?

3. Trabalho, Cultura, Ciência e Tecnologia na área de Ciências da Natureza

Caro professor, cara professora, no terceiro [Caderno](#) da primeira etapa desta formação (BRASIL, 2013b), vocês tiveram a oportunidade de refletir sobre o currículo do Ensino Médio, seus sujeitos e o desafio da formação humana integral, considerando o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura como eixos norteadores. Já no [Caderno IV](#) (BRASIL, 2013c), a discussão teve como foco as áreas de conhecimento e a integração curricular, nos quais se destacam reflexões sobre a constituição das áreas de conhecimento e sua relação com o currículo.

À luz das reflexões da primeira etapa, e levando em conta as discussões propostas nas duas unidades anteriores do presente Caderno, convidamos vocês, professores e professoras, a abrir um espaço de discussão dentro de sua escola buscando identificar, problematizar e analisar as conjecturas teóricas e práticas relacionadas às interações entre trabalho, ciência, tecnologia, cultura, sociedade e o ambiente. Levantar questões sobre essas temáticas é importante, merecendo uma análise crítica, já que tais relações interferem diretamente na vida de todos nós em todo o planeta.

De modo geral, podemos afirmar que o ensino da Biologia, da Física e da Química vem sendo abordado a partir de uma perspectiva em que não se levam em conta as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Há poucas referências ao contexto do aluno e não se faz relação entre os conhecimentos presentes nas Ciências da Natureza e os de outras áreas; estes e outros fatores acabam propiciando um ensino dogmático, onde se perpetua a ideia de que cientistas produzem verdades absolutas, sem interesses sociais e econômicos. Esta visão distorcida da ciência é uma das consequências da abordagem tradicional, que adota uma sequência de conteúdos definidos por livros didáticos.

Você, professor de Física, Química ou Biologia, pode estar um pouco perplexo com o que foi abordado no parágrafo acima, pois reconheceu alguns desses elementos em sua prática. Um dos grandes problemas que contribuem para a permanência dessa visão tradicional de Ciência é que a formação inicial de grande parte dos docentes das disciplinas científicas, em exercício hoje no Ensino Médio, não contemplou esses aspectos, ou seja, você pode ter se formado num curso de licenciatura em que os seus

professores atuavam de maneira que corrobora com as práticas tradicionais. Contudo, tais práticas são incompatíveis com a formação humana integral que as DCNEM apontam como meta desta etapa da educação, motivo pelo qual estamos agora refletindo sobre as novas tendências presentes no cenário da educação científica.

Para melhor compreendermos estas tendências, precisamos conhecer mais sobre como a necessidade de mudança surgiu no contexto da pesquisa em Educação em Ciências. Na verdade, os questionamentos que impulsionaram tais mudanças não aconteceram inicialmente no âmbito educacional, mas sim no contexto da sociedade como um todo. Um movimento que teve início na década de 1960 ganhou notoriedade ao questionar a suposta neutralidade da produção científica e tecnológica, tendo em vista as consequências do mau uso de determinadas tecnologias, como contaminação por resíduos, desastres nucleares, derramamento de petróleo, entre outros. **Ativistas ambientais e sociais** tiveram um papel fundamental na consolidação do movimento eminente, que questionava a concepção clássica das relações



A ativista americana Rachel Carson abordou as consequências ambientais do uso de pesticidas nos EUA em sua obra *Primavera Silenciosa* (1962), o que tem lhe rendido o crédito de ser uma das grandes idealizadoras do movimento ambientalista. Destacamos também a obra *O Negócio é Ser Pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas*, publicada em 1973, do economista alemão naturalizado britânico, Ernst F. Schumacher. Em linhas gerais, o autor aponta que o desenvolvimento econômico deveria levar em conta a atenção para com os recursos naturais e a produção de tecnologias mais adequadas ao que hoje chamamos de desenvolvimento sustentável.

entre ciência e tecnologia, em que se acreditava que o avanço nesses dois campos traria mais riquezas e, conseqüentemente, maior bem-estar social. Duas décadas mais tarde este movimento passou a ser chamado de *movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, e acabou influenciando pesquisadores na área da Educação em Ciências a repensarem o currículo dos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza.

Em outras palavras

É comum encontrar a denominação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), pois alguns autores acreditam ser necessário reforçar a perspectiva que inclui o ambiente, embora outros autores defendam que o ambiente já está contemplado na dimensão da sociedade. Sobre essa discussão recomendamos a leitura do artigo *Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*, de Wildson Luiz Pereira dos Santos. Acesse: <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/149/120>

Várias pesquisas sobre a educação com enfoque CTS foram produzidas desde a década de 1970 até os dias atuais; inicialmente, a maior parte delas foi desenvolvida em países de língua inglesa e espanhola do hemisfério norte. No contexto brasileiro, nas últimas décadas, muitos pesquisadores contribuíram para a consolidação desta linha de pesquisa de diferentes maneiras, desenvolvendo tanto estudos que buscaram



Destacamos as obras do inglês J. Ziman (1980), dos canadenses G. Aikenhead (1987; 1994) e E. Pedretti (2008), dos espanhóis Acevedo Dias (1995), J. Cerezo (1998). Ziman (1980) e Aikenhead (1994) foram pioneiros na pesquisa nessa área contribuindo para a constituição do campo da Educação Científica com enfoque CTS. No Brasil, destacamos Auler (1998; 2002), Santos e Mortimer (2000), Bazzo et. al (2003), Auler e Bazzo (2001) e Santos e Auler (2011). Indicamos em particular a leitura do artigo *Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro* (AULER, 2007), por constituir uma análise importante sobre as limitações que dificultam a consolidação deste movimento em nosso país.

caracterizar o movimento Ciência, tecnologia e sociedade e o campo dos estudos CTS, quanto outros que buscaram problematizar, delimitar e sistematizar os estudos sobre o enfoque CTS na educação científica.

A educação científica numa perspectiva CTS se caracteriza por um movimento de renovação curricular para o ensino de Ciências da Natureza que busca promover a integração entre ciência, tecnologia e sociedade. Deste modo, os conteúdos científicos são estudados em conjunto com questões sociais ou socioambientais, abordando, além desses conteúdos, os aspectos históricos, políticos, econômicos e éticos relacionados. Um dos principais objetivos deste enfoque é possibilitar que o próprio aluno se aproprie dos conhecimentos científicos, de modo a compreender a sociedade em que vive do ponto de vista da formação de um cidadão capaz de tomar decisões e participar ativamente de uma sociedade democrática. (SANTOS e SCHNETZLER, 2003)

Com este intuito, o planejamento de ensino e o material didático selecionado devem contemplar as conexões entre os aspectos das Ciências da Natureza - vista como uma criação humana, delimitada por uma perspectiva sócio-histórica, com o objetivo de conhecer o mundo natural - com aspectos da tecnologia – definida como o mundo construído artificialmente pelo homem a partir do conhecimento científico estabelecido com o objetivo de atender suas necessidades – e a sociedade – local de organização da vida humana, com seus conflitos e demandas que também são determinantes para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Estas conexões mútuas C-T-S tem o potencial de promover uma visão integradora não só de um determinado conhecimento científico com a realidade social, mas também dentro da própria área de Ciências da Natureza e desta com os demais componentes curriculares, numa verdadeira perspectiva interdisciplinar.

Não existe um consenso sobre o que de fato um currículo deve conter para que aborde as relações CTS. Vamos agora tentar caracterizar essa vertente a partir de Aikenhead (1994), que é considerado um dos mais influentes pesquisadores desta abordagem. Segundo o autor, um currículo que privilegia as relações CTS no ensino de ciências é *orientado no aluno*, ao invés de ser *orientado no cientista*. Assim, ensinar ciência a partir da perspectiva CTS significa *ensinar sobre os fenômenos naturais de maneira que a ciência esteja embutida no ambiente social e tecnológico do aluno* (AIKENHEAD, 1994, p. 48, tradução nossa). No currículo tradicional, o conteúdo de ciências é ensinado de forma isolada da tecnologia e da sociedade. Num currículo CTS, o conteúdo da ciência é conectado e integrado com o cotidiano do aluno, indo ao encontro de sua tendência natural de associar a compreensão pessoal de seu ambiente social, tecnológico e natural, passando a encontrar sentido na ciência em suas experiências diárias. Esta concepção vai ao encontro da proposta das DCNEM, que coloca o estudante como sujeito central no processo ensino e aprendizagem.

Um dos objetivos do ensino CTS se constitui em superar a visão negativa que se tem das Ciências da Natureza, com o intuito de instigar nos alunos o interesse pelos assuntos científicos. Além disso, a

responsabilidade social na tomada de decisões em temas que envolvem ciência e tecnologia figura entre as prioridades desta vertente, já que cada vez mais o cotidiano das pessoas sofre influência de novas tecnologias.

A perspectiva CTS é caracterizada principalmente pela organização dos conceitos a serem ensinados a partir de sua relação com temas de natureza sociocientífica presentes na sociedade contemporânea, como por exemplo: uso de recursos naturais (água, solo, minérios), produção e uso de energia (usinas nucleares, termelétricas, fontes renováveis), questões ambientais (lixo, poluição, aquecimento global), saúde pública (drogas, doenças, saneamento), processos industriais e tecnológicos, fome e alimentação da população, aspectos ético-sociais (guerra tecnológica, substâncias perigosas, manipulação genética) entre outros tantos que podem ser enumerados. Temas desta natureza suscitam debates e controvérsias presentes na vida social e, por isso, podem despertar o interesse imediato dos alunos aproximando-os dos conhecimentos científicos relacionados. Apresentam problemas verdadeiros de natureza mais aberta e multidisciplinar que exigem soluções que ultrapassam aspectos meramente técnicos e objetivos. Muitas vezes tais soluções são de natureza mais subjetiva, exigem julgamento de valor e o estabelecimento de uma relação custo-benefício.

De uma maneira geral os conteúdos abordados podem ser resumidos nos seguintes itens: i) interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; ii) processos tecnológicos; iii) temas sociais relativos à ciência e a tecnologia; iv) aspectos filosóficos e históricos da Ciência; v) aspectos sociais de interesse da comunidade científica; vi) inter-relação entre os aspectos enumerados. (AIKENHEAD, 1990, apud SANTOS e SCHNETZLER, 2003)

Com relação aos conhecimentos num currículo CTS, Aikenhead (1994) afirma que para o Ensino Médio, ao contrário do Ensino Superior em que os alunos lidam com questões mais abstratas, as experiências concretas dos estudantes ocupam posição central no trabalho. Nessa perspectiva, os aspectos humanos e sociais da ciência são abordados de forma simples, porém “intelectualmente honesta”. Devem ser abordados, simultaneamente, conteúdos científicos e as relações CTS, de modo que haja interação entre ciência e tecnologia, ciência e sociedade ou tecnologia e sociedade, além de considerar aspectos históricos, filosóficos ou epistemológicos que porventura influenciam tais conhecimentos.

A organização de uma sequência de trabalho visando contemplar elementos desta abordagem no ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza pode ser feita, de acordo com Aikenhead (1994), a partir de programas de estudos tradicionais com leves inserções CTS, ou seguindo o curso natural de conhecimentos CTS em si. No entanto, pesquisas indicam que planejamentos que privilegiam tal perspectiva são mais bem organizados na sequência indicada pela seta na figura a seguir:

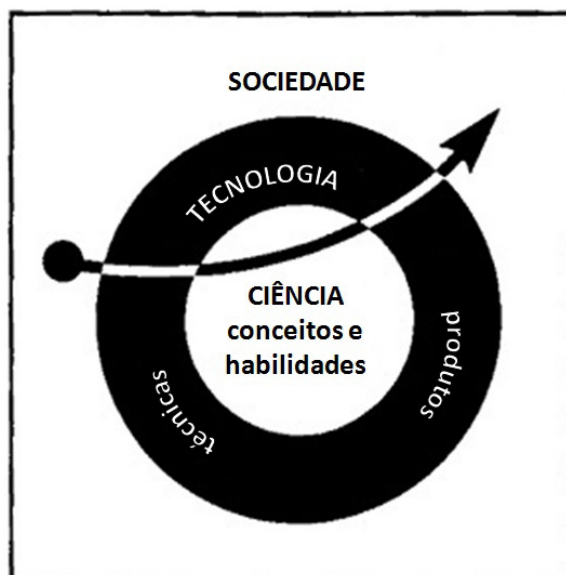


Figura 2: Sequência para ensino de ciências CTS

FONTE: Adaptada de AIKENHEAD (1994, p. 57)

Na figura 2, a origem da seta está posicionada na área branca do quadrado, que representa a sociedade. Significa partir de um problema ou questão levantada na esfera da sociedade, podendo representar necessidades atuais ou controvérsias que envolvem a comunidade, em que se atribui algum papel às Ciências da Natureza.

O domínio da tecnologia é representado pela coroa circular preta. Sugere-se que para compreender as questões selecionadas no âmbito da sociedade, é preciso introduzir inicialmente alguns elementos da tecnologia, já que os *estudantes são afetados mais diretamente pelo mundo tecnológico do que pelo mundo científico* (AIKENHEAD, 1994, p. 57, tradução nossa). Além disso, a maioria das questões sociais estão, de alguma forma, relacionadas com a tecnologia e as consequências de seu uso irrefletido.

A essa altura surge a necessidade de se compreender alguns aspectos científicos relacionados às **tecnologias envolvidas** no problema estudado; chegamos ao círculo central da figura 2. Nesse ponto, faz-se necessário introduzir conceitos científicos específicos à tecnologia estudada, que ajudarão o estudante a compreender as dimensões sociais e tecnológicas do problema.

A seta na figura 2 termina no domínio da sociedade, em que a questão inicial é retomada. O estudante, agora bem informado acerca da dinâmica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade referente ao problema em questão, é solicitado a tomar decisões, podendo inclusive discutir quais as políticas que deveriam ser adotadas para o uso de determinadas tecnologias.

Aikenhead (1994) ainda ressalta que a sequência sugerida na figura 2 pode ser útil para a elaboração de uma aula, uma unidade didática ou até um livro-texto, podendo ainda considerar variações em atividades que podem partir do domínio da tecnologia, ou até do domínio da ciência tradicional e se desenvolver a fim de atingir o domínio da sociedade. A decisão de quanto tempo ou esforço será dedicado a cada domínio é decisão do professor, mas o autor pontua que, em geral, sessenta a noventa por cento do tempo acaba sendo dedicado ao domínio da ciência.

A grande diferença entre um currículo que segue a sequência da figura 2 e um currículo tradicional é que no primeiro, do ponto de vista do estudante, o conteúdo científico parece emergir a partir de uma situação da vida real. Nessa perspectiva é marcante o contraste com o currículo tradicional em que a sequência é determinada a partir da vi-

Em outras palavras

A sequência de instruções sugerida pela seta na figura 2 começa no domínio da sociedade, passa pelo domínio da tecnologia e da ciência tradicional e então volta para a tecnologia. Há grande vantagem em revisitar a tecnologia que os alunos já estudaram anteriormente, pois poderão atribuir maior sentido à mesma a partir da ciência que acabaram de aprender. Além disso, os estudantes irão alcançar níveis de compreensão mais profundos da ciência e da tecnologia. Tecnologias mais complexas podem então ser introduzidas. (AIKENHEAD, 1994)

são do cientista acadêmico e como este conceituaria sistematicamente a natureza. (AIKENHEAD, 1994)

A partir desta breve caracterização, que reforçamos não ser a única, pois há muitas perspectivas possíveis dentro da pesquisa sobre a educação com enfoque CTS, acreditamos que pode constituir uma boa alternativa de organização do trabalho pedagógico, uma vez que traz muitas possibilidades de articulação entre os conhecimentos da Biologia, da Física e da Química. É possível identificar vários elementos que estão de acordo com a perspectiva da formação humana integral do estudante, proposta pelas DCNEM. Além disso, adotar a educação com enfoque CTS como uma concepção de ensino permite que outras abordagens presentes na pesquisa da área de Educação em Ciências, como o ensino por investigação e o enfoque histórico e filosófico, por exemplo, sejam utilizadas em determinados momentos do processo.

A interdisciplinaridade e a contextualização, conforme aponta Ziman (1980), constituem duas das principais dimensões da educação com enfoque CTS. Como as DCNEM afirmam que a interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade do conhecimento de diferentes componentes curriculares, um trabalho pedagógico planejado sob esta perspectiva torna-se especialmente relevante, podendo vir a transformar a escola num espaço para a formação de sujeitos com autonomia, capazes de planejar, elaborar, realizar, refletir e avaliar questões relevantes não só para sua formação, mas também para sua vida na sociedade. Isso porque se a pesquisa e os projetos objetivarem, também, conhecimentos para atuação na comunidade, terão maior relevância, além de seu forte sentido ético-social. (BRASIL, 2012)

Além das dimensões supracitadas, a educação científica pautada numa concepção CTS possibilita evidenciar a relação das Ciências da Natureza com as demais áreas do conhecimento, especialmente com a área de Ciências Humanas, pois como vimos, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia está intimamente ligado a aspectos históricos, sociológicos, filosóficos e geográficos da sociedade.

Santos e Mortimer (2000), analisando várias propostas CTS, apontam que há diversas aproximações presentes na literatura. Desde propostas com um enfoque mais científico onde os problemas sociais são apresentados apenas para ilustrar a importância do tema, até propostas onde o tema social ocupa maior tempo e relevância e o con-

teúdo científico é apenas mencionado de maneira ao aluno perceber a vinculação deste com a questão social em pauta. Evidente que tal equilíbrio deve ser procurado pelo professor e pesado ao longo do planejamento de todo o ano, que pode alterar momentos com maior ou menor ênfase em um dos aspectos mencionados. Outro ponto importante aqui é enfatizar que uma perspectiva CTS pode ser utilizada no planejamento de currículos inteiros ou em momentos específicos, integrando diferentes componentes da área, desta com outras áreas do currículo do Ensino Médio ou em momentos específicos de um dos três componentes da área.

Por fim, defendemos que desenvolver os conhecimentos da Biologia, Física e Química de forma integrada, dentro de uma perspectiva CTS, possibilita a interligação dos saberes desta com as demais áreas, uma vez que podem ser trabalhados a partir de conhecimentos e temas oriundos do mundo do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura. Assim, é possível construir uma visão de mundo mais ampla, articulada e menos fragmentada, propiciando aos sujeitos do Ensino Médio o protagonismo da construção de uma sociedade em constante transformação.

Na próxima unidade, discutiremos alguns encaminhamentos possíveis para o planejamento pedagógico que leve em conta as demandas, apontadas pelas DCNEM como relevantes para a formação humana integral dos estudantes. Lembramos que cada professor ou professora de Biologia, Física e Química, tem neste momento a chance de, a partir dessas reflexões, repensar elementos de sua prática no sentido de aprimorar seu planejamento a fim de permitir que os estudantes atribuam significado aos conhecimentos da área de Ciências da Natureza.

REFLEXÃO E AÇÃO

Caro professor, cara professora, a partir das reflexões dessa unidade sugerimos que pensem no planejamento de uma atividade ou sequência de atividades de ensino desenvolvida de forma interdisciplinar a partir dos temas indicados a seguir, ou outro tema que o grupo achar pertinente. O planejamento deve considerar a sequência proposta pela figura 2 para uma abordagem CTS e também aspectos do ensino por investigação discutidos na unidade 1 deste Caderno.

Sugerimos que após o planejamento, discussão e reflexão sobre a realização da atividade, esta seja concretizada em sala de aula com seus alunos.

Temas: alimentos transgênicos; clonagem humana; construção de usinas nucleares; crise no fornecimento de água e energia; efeito estufa; enchentes; exploração espacial; fontes de energia e os possíveis impactos ambientais; meios de transporte; poluição em suas diferentes formas; utilização do aparelho telefônico celular na atualidade.

4. Possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares na área de Ciências da Natureza

Caro professor, cara professora, para iniciarmos nossa conversa sobre as possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares é importante que relembremos duas questões que foram trabalhadas no

[Caderno III](#) da primeira etapa desta formação (BRASIL, 2013b): (i) sobre a polaridade que marcou os objetivos e finalidades do Ensino Médio, oscilando entre a formação acadêmica e a formação técnica e (ii) sobre a organização pedagógico-curricular ora pautada em um currículo “enciclopédico”, ora em um currículo “pragmático”.

Hoje, tal perspectiva de Ensino Médio não se justifica mais perante nossa realidade social e a realidade de nossas juventudes. O Ensino Fundamental está em franco processo de universalização em nosso país e com isso, cada vez um número maior de jovens, especialmente das classes populares, tem chegado às escolas brasileiras. Assim, as atuais discussões sobre as juventudes e sua relação com a educação escolarizada nos impõem inúmeros desafios: 1) Como articular os conhecimentos aos interesses dos jovens que hoje chegam a escola? 2) Como superarmos as lógicas propedêuticas e pragmáticas por meio das quais o Ensino Médio tem sido historicamente organizado? 3) Quais conhecimentos da área de Ciências da Natureza podem contribuir na formação humana integral dos sujeitos do Ensino Médio? 4) Como abordaremos em nossas escolas esses conhecimentos, garantindo aos jovens o direito de aprendê-los?

Como nos mostra a discussão da unidade 2, a perspectiva de Ensino Médio não fala mais à maioria de nossas **juventudes**, pois a sociedade contemporânea nos põe frente a frente com jovens cujos perfis e identidades se materializam a partir da relação entre suas realidades imediatas, seus contextos sociais, suas relações cada vez mais globalizadas e em rede, e suas trajetórias individuais e subjetivas.



Uma referência importante sobre a relação juventude e ciência pode ser encontrada no material *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes ibero-americanos*, organizado por Carmelo Polino (Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2011. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf>), que apresenta uma pesquisa com quase nove mil jovens ibero-americanos sobre suas imagens de ciência e dos cientistas, bem como suas concepções sobre as profissões científicas e a visão de ciência como trabalho.

É nesse sentido que iremos dialogar nessa unidade do Caderno, tentando estabelecer uma perspectiva que articule a área de Ciências da Natureza à lógica dos direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento, objetivando a formação humana integral de nossos jovens.

4.1. Ciências da Natureza: dimensões do currículo

Para pensarmos como essas discussões se expressam no currículo dos componentes da área de Ciências da Natureza e, conseqüentemente, nas práticas didático-pedagógicas, cabe pensarmos que concepção de Ciência embasou essa construção de um **currículo** repleto de conhecimentos fragmentados e afastados da realidade.



Moreira e Candau apresentam no artigo “Currículo, conhecimento e cultura” cinco concepções para a ideia de currículo. Acesse: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag3.pdf>

A ideia de ciência como verdade absoluta, imutável, descontextualizada vem sendo problematizada e superada, como citado nas unidades anteriores. No entanto, em alguma medida, essa discussão ainda está afastada das escolas, pois em grande parte das salas de aula, ainda vamos nos deparar com um ensino muitas vezes hierarquizado e apresentado como verdade inquestionável, sem contexto social, sem construção histórica, ou seja, sem sentido para os estudantes e mesmo para os professores. Acabamos apresentando uma ciência que contraria sua própria constituição, pois a construção de conhecimentos científicos pressupõe o movimento contínuo de desconstrução/reconstrução.

Ao nos depararmos com os fenômenos naturais, buscamos compreendê-los, na busca de uma “verdade” que nos permita prevê-los e controlá-los. Mas não podemos perder de vista que a ciência é uma produção humana, contextualizada historicamente ou, como nos apresenta Chalmers (1993, p. 43), *no mínimo, a ciência é um diálogo com o real, no qual as perguntas feitas determinam as respostas*.

Surgem então as perguntas: Que ciência é trabalhada na escola? Como o currículo se apropria do conhecimento científico e o ressignifica?

No [Caderno III](#) da etapa I desta formação (BRASIL, 2013b, p. 28) vocês leram o texto “*Para que servem as escolas*” de Michael Young e refletiram sobre a ideia de “conhecimento poderoso”, distinguindo os **conhecimentos científicos e os conhecimentos escolares**. Essas ideias são fundamentais para que possamos planejar as **abordagens pedagógico-curriculares** da área de Ciências da Natureza, pois a concepção de currículo não está dissociada da forma como ele se materializará no cotidiano de nossas salas de aula.



Para aprofundar a discussão sobre conhecimentos científicos, cotidianos e escolares leia o livro **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**, de Alice Casimiro Ribeiro Lopes. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.

Uma visão de ciência como verdade absoluta resultará em um currículo baseado em perspectivas tradicionais e, consequentemente, em abordagens que privilegiam aspectos da memorização e repetição. Pensarmos em abordagens para a área que ressignifiquem a concepção de ciência como um conhecimento em movimento, inacabado e em profundo diálogo com a realidade, nos permite pensar em uma sala de aula dinâmica, dialógica e em constante movimento.

Como podemos construir currículos que possibilitem a formação humana integral de nossos jovens e lhes proporcionem as possibilidades de uma educação científica, que os ajudem a compreender e transformar a realidade em que vivem?

Entendermos a ciência como uma produção cultural humana, em diálogo com inúmeros conhecimentos que circulam na sociedade, é o primeiro passo para compreendermos como os currículos são, também, produções contextualizadas de uma determinada sociedade e, portanto, o currículo da área de Ciências da Natureza precisa estar em diálogo com essa sociedade.

Sem dúvida é necessário rever quais são as concepções e os conceitos que dão base às práticas pedagógicas atualmente exercidas na comunidade escolar em que estão inseridos, e que também estão relacio-

nadas à própria concepção que temos sobre a ciência em geral, sobre as ciências em particular (Química, Física e Biologia) e sobre a concepção de educação de uma forma mais ampla.

Essa revisão de concepções precisa ser feita à luz dos princípios presentes nas DCNEM, mas também pode ser muito útil se valer das reflexões que o campo de **pesquisa em Educação em Ciências** tem desenvolvido nos últimos tempos.

Essa proposta de repensarmos a área de Ciências da Natureza, suas concepções e a forma como se materializa na escola por meio do currículo, passa necessariamente em planejarmos abordagens pedagógico-curriculares para a área, que estejam baseadas: 1) em uma visão de ciência em movimento, superando a ideia de um conhecimento fragmentado e descontextualizado; 2) na concepção de currículo baseada em uma perspectiva da formação humana integral dos jovens; 3) na interdisciplinaridade, constituída pela integração entre os componentes curriculares da área; 4) em uma perspectiva dialógica contínua entre os componentes curriculares da área, a realidade e o contexto sócio-histórico, bem como entre as diversas áreas do conhecimento; 5) na circularidade entre os inúmeros conhecimentos presentes na escola; 6) no direito que os jovens têm em aprender os conhecimentos da área e com isso ampliarem sua leitura de mun-



Sugerimos uma lista das revistas da área de Educação em Ciências, nas quais vocês podem encontrar muitos artigos que expressam as reflexões e o conhecimento produzido na área:

- Alexandria: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/>
- Ciência & Educação: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso
- Ciência em tela: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/>
- Ciência&Ideias: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/revistacienciaseideias>
- Ensaio: pesquisa em educação em ciências: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/search>
- Enseñanza de las Ciencias: <http://reec.uvigo.es/index.htm>
- Genética na Escola: <http://geneticaescola.com.br/>
- Investigações em ensino de Ciências: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>
- Química Nova na escola: <http://qnesc.sbq.org.br/>
- Revista de Educación en Biología: <http://revistaadbia.com.ar/ojs/index.php/adbia>
- Revista Brasileira de Ensino de Física: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>

do e suas possibilidades de protagonizar processos de transformação na sociedade.

Para tanto, vamos refletir com vocês, professoras e professores do Ensino Médio, partindo dos pressupostos elencados acima, algumas possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares da área de Ciências da Natureza.

4.2. Abordagens pedagógico-curriculares da área de Ciências da Natureza: possibilidades e perspectivas

Nesta unidade, fizemos uma discussão sobre a ciência – assumindo a concepção apontada nas DCNEM – e a forma como a mesma se materializa no currículo escolar. Isto posto, é importante para a nossa reflexão que pensemos a constituição de nossa área - Ciências da Natureza - e como os componentes curriculares que a compõem se articulam, se aproximam e se distanciam.

Quando apresentamos uma área estamos nos referindo a componentes que têm muitos elementos em comum, mas que não estão subsumidos uns nos outros, por isso é fundamental que nossa discussão possa ressaltar os pontos de contato, bem como os distanciamentos presentes nessa articulação. Não causa estranhamento falarmos que a Biologia, a Física e a Química compõem uma área, mas, para assumirmos essa posição, precisamos compreender como as mesmas se constituem.

A Biologia, ao tentar compreender os fenômenos do mundo vivo, nos coloca frente a um determinado olhar para a realidade, nos trazendo a discussão sobre a concepção de vida e a forma como ela se constituiu no planeta. Dessa temática central vão derivar os conhecimentos biológicos tradicionalmente trabalhados no Ensino Médio, como por exemplo, as temáticas relacionadas à Biologia Celular, à Evolução, aos Seres Vivos, à Genética e à Ecologia, por exemplo.

Na Física, os fenômenos que ocorrem na natureza constituem o grande objeto de estudo, e os esforços em compreender as relações entre diferentes fenômenos e suas propriedades caracterizam, de modo geral, o objetivo da pesquisa nessa área. A busca pelo conhecimento na Física envolve desde o comportamento e as propriedades das partículas elementares até questões relacionadas à origem e destino do Universo. Como componente curricular, a Física costuma ser geral-



Neste processo de reflexão é importante conhecer um pouco da história do ensino de Ciências da Natureza no Brasil e no mundo, de forma a compreender melhor as origens da organização curricular praticada na área. Sugerimos os textos abaixo:

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo Em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf> Acesso em: 14/8/2014.

CHASSOT, A. O Ensino de Ciências na segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A.C; MACEDO, E. **Currículo de Ciências em Debate**. Campinas: Papirus, 2002.

mente dividida em Mecânica, Termodinâmica, Ondulatória, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna; destas grandes temáticas, derivam todos os conhecimentos que são tradicionalmente abordados no Ensino Médio.

A Química pode ser definida como a ciência que estuda as propriedades, a constituição e as transformações das substâncias e dos materiais. A aplicação do conhecimento desta ciência tem permitido ao homem, por exemplo, extrair materiais úteis da natureza. Além disso, tem permitido também modificar a própria natureza através da síntese de substâncias e materiais não existentes. Químicos procuram descrever a constituição microscópica da matéria através de métodos de análise química e da construção de modelos atômico-moleculares, o que por sua vez, permite a compreensão das propriedades macroscópicas observadas nos diversos materiais. A relação entre as dimensões macroscópica e microscópica do conhecimento químico se dá através de uma linguagem e simbologia específica (fórmulas, estruturas moleculares, equações químicas etc.).

As metodologias de produção do conhecimento científico precisam dialogar com a produção do conhecimento escolar e apesar de a escola não produzir conhecimentos da mesma forma e nem usar, necessariamente, os mesmos caminhos metodológicos da produção de ciência, pressupostos semelhantes podem ser utilizados na construção desses conhecimentos e a pluralidade de concepções não significa que existam conhecimentos mais válidos que outros, e sim que há formas diferentes de entender o mundo.

Assim, é por meio da análise das especificidades - históricas, epistemológicas e metodológicas - de cada uma das Ciências que compõem a área e por meio do fortalecimento das relações entre estas especificidades, que se pode construir uma concepção de Natureza e, conseqüentemente, uma compreensão mais ampla e profunda da mesma. Tal pressuposto implica no fato de que processos de planejamento – tanto de cada componente curricular, quanto da área – precisam assumir essas especificidades e, também, suas relações.

Como a Biologia, a Física e a Química podem trabalhar juntas colaborando para que o descompasso entre a escola e a realidade dos jovens seja superado?

Entende-se que o estímulo à curiosidade, à observação, ao trabalho coletivo e em rede é um dos caminhos para a construção de abordagens pedagógico-curriculares significativas para os jovens estudantes, para os professores e para a escola. Para reunir essas características em um trabalho pedagógico, assumimos a ideia central presente nas DCNEM da **pesquisa como princípio pedagógico** nos processos de ensino-aprendizagem na área de Ciências da Natureza, estimulando os jovens a olharem de forma diferente para a realidade, para o mundo em que vivem.

Queremos dialogar com vocês, professores e professoras, algumas possibilidades de realização de trabalhos pedagógicos em nossa área, seguindo pressupostos teórico-metodológicos que estejam baseados nas concepções de ciência e currículo trabalhadas anteriormente e na aprendizagem como direito dos estudantes. Entretanto, vamos encontrar uma imensa variedade de formas com as quais podemos trabalhar a pesquisa como aspecto didático-pedagógico central e é necessário ter atenção para que as pesquisas propostas não sejam trabalhadas apenas como uma ilustração ou confirmação da teoria.

Ao olharem de forma sistematizada para a realidade, os jovens precisam ser estimulados a elaborar perguntas, estabelecer relações, buscar meios para responder seus questionamentos e, a partir daí, formular outras questões, construindo conhecimentos significativos sobre a realidade e socializando suas descobertas, construções e reconstruções, atuando como protagonistas de sua própria produção de conhecimentos.

A seguir apresentamos propostas de abordagens pedagógico-curriculares que podem ser desenvolvidas pelos professores da área de Ciências da Natureza, por meio de planejamentos específicos de cada componente curricular como, também, de forma interdisciplinar na área, tendo a **pesquisa** como princípio pedagógico.

4.2.1. A aprendizagem por meio da problematização da realidade: os momentos pedagógicos

Entendemos que enfatizar as relações entre o conhecimento escolar e o conhecimento trazido pelos estudantes, que representam seus saberes e dos grupos sociais aos quais pertencem, permite ao professor mediar a produção de sentidos que funcionam como ponto de partida para o estabelecimento de significados entre os conhecimentos científicos, escolares e cotidianos.

Nesse sentido, a primeira abordagem pedagógico-curricular que propomos é a **problematização da realidade por meio dos momentos pedagógicos**.

Essa abordagem tem origem nos pressupostos teórico-metodológicos da Educação em Ciências baseados em **ideias freireanas** e está organizado na elaboração de etapas denominadas **Momentos Pedagógicos**, sistematizadas pelos professores Demétrio Delizoicov, José André Peres Angotti, dentre outros, a partir de pesquisas realizadas desde a década de 1970.

É organizada por meio de uma dinâmica que envolve, primeiramente, a **investigação temática**, por meio da qual é realizado um **Estudo da Realidade** e temas são selecionados pelos professores a partir de situações reais vivenciadas pelos estudantes. Após a seleção das temáticas, os estudantes são desafiados a elaborar uma **problematização inicial** baseada no estudo da realidade. O grande diferencial dessa dinâmica reside no fato de que a problematização é proposta pelos estudantes, ao serem desafiados a explicitar seus co-

Em outras palavras

Ideias freireanas se referem aos pressupostos teórico-metodológicos elaborados por Paulo Freire (1927-1997) e que embasaram inúmeras pesquisas na área de Educação em Ciências. Recomendamos a leitura da obra de Freire, em especial para compreender os momentos pedagógicos, os livros *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 2005a) e *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido*. (FREIRE, 2005b)



Para aprofundar seus conhecimentos sobre os momentos pedagógicos recomendamos a leitura do seguinte livro:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002 (este livro pode ser encontrado na biblioteca da sua escola, pois faz parte do acervo do Programa Nacional Biblioteca da Escola – PNBE do Professor, do ano de 2010).

nhcimentos/concepções/entendimentos sobre temáticas/aspectos da realidade. Assim, há uma inversão da lógica tradicional em que práticas pedagógicas partem de problematizações propostas pelos professores ou por livros didáticos, por exemplo.

Ao serem desafiados a problematizar a realidade os estudantes, mediados pelos professores, apresentam questões a serem investigadas que se materializam como um primeiro movimento da **pesquisa**. Para elaborarem a problematização inicial, os estudantes realizam uma leitura do mundo ampliando o olhar sobre suas questões cotidianas. Estudam sua realidade, trazendo para a centralidade do processo de aprendizagem seus questionamentos e concepções e, também, seus conhecimentos oriundos de diversas fontes. E assim podem perceber as limitações que seus conhecimentos apresentam na compreensão da realidade.

Em prosseguimento a essa dinâmica, após o estudo da realidade e a elaboração da problematização inicial, os estudantes – ressaltando que sempre com a mediação dos professores – passam a questionar esta realidade e a investigar formas de analisá-la e compreendê-la. Temos, então, o momento da **Organização do Conhecimento**, no qual são apresentados, pelos professores, os conhecimentos científicos escolares. Essa introdução de novos elementos permite aos estudantes compreenderem a necessidade de ampliação de seus conhecimentos, para realizarem a análise da problematização inicial e a busca de respostas e argumentos que deem conta de sua compreensão.

Contudo, não basta, do ponto de vista didático-pedagógico, a simples apresentação de outros conhecimentos que possam ser confrontados com aqueles utilizados no Estudo da Realidade e na elaboração da problematização inicial. É imprescindível que os estudantes – orientados pelos professores – possam realizar leituras, reunir e analisar dados, interpretar diferentes formas de compreensão da temática estudada, bem como elaborar mecanismos de argumentação sobre a mesma. Essa elaboração de argumentações que possa levar à ampliação da compreensão da temática questionada na problematização inicial, se baseia em uma concepção na qual há um profundo diálogo entre os diversos conhecimentos que circulam na sala de aula.

O último momento pedagógico é a **Aplicação do Conhecimento**, por meio da qual os argumentos/conhecimentos elaborados são organizados e publicizados, e servem de ponto de partida para a análise da problematização inicial, bem como para a elaboração de novos questionamentos. Além disso, por meio das atividades pedagógicas elaboradas pelos professores durante esse momento pedagógico, é fundamental que aos estudantes sejam apresentadas situações mais ampliadas que envolvam a mesma temática estudada, pois assim eles poderão realizar análises mais complexas de situações que não vivenciam cotidianamente.

Investigação Temática	Levantamento do tema – de forma individual ou coletiva - pelos professores referenciados pela realidade cotidiana dos estudantes
Estudo da realidade	Apresentação de aspectos/dados da realidade que embasem a problematização inicial
Problematização Inicial	Elaboração, pelos estudantes, de questionamentos baseados no estudo da realidade.
Organização do conhecimento	Apresentação dos conhecimentos científicos escolares por meio de atividades pedagógicas elaboradas pelos professores. Realização de leituras, levantamento e análise de dados (de forma individual ou coletiva), construção de diferentes formas de interpretação, elaboração de argumentações, pelos estudantes.
Aplicação do conhecimento	Argumentos e conhecimentos elaborados são organizados e publicizados. Releitura da problematização inicial e ampliação da compreensão da temática. Elaboração de novos questionamentos.

QUADRO 1: SÍNTESE DAS ETAPAS DA ABORDAGEM PEDAGÓGICO-CURRICULAR ORGANIZADA EM MOMENTOS PEDAGÓGICOS INSPIRADOS NAS IDEIAS FREIREANAS.

FONTE: Os autores (2014).

Como exemplo dessa abordagem, podemos propor a temática “O uso de celulares pelos jovens”. Essa temática, além de muito atual, envolve algo que está presente não só no cotidiano dos jovens, como da maioria da sociedade brasileira. A partir dessa temática, os professores dos três componentes curriculares da área poderiam apresentar dados baseados em **estudos da realidade** e estimularem a proposição de **problematizações iniciais** pelos estudantes. A partir das problematizações apresentadas, no momento da **Organização do Conhecimento** os professores de Biologia, por exemplo, podem trabalhar a morfofisiologia do sistema nervoso e questões envolvendo a relação entre saúde e radiação. Aos professores de Física caberia planejar um trabalho que envolvesse os conceitos de ondulatória, em especial as ondas eletromagnéticas, necessários para a compreensão do princípio de funcionamento desta tecnologia, podendo avançar em questões que envolvem eletricidade e consumo de energia elétrica. Há ainda a possibilidade de abordar tópicos de Física moderna em função do uso dos *chips* de memória, por exemplo. A relação entre a Física, Química e Biologia pode se dar ao abordar a questão das baterias e o seu descarte na natureza, uma questão sociocientífica bastante pertinente na atual conjuntura socioambiental. Já os estudantes, orientados pelos professores, podem realizar pesquisas sobre o uso dos celulares na sociedade, as relações entre celulares e a saúde, o celular como extensão do corpo nos jovens, a relação entre as tecnologias e as juventudes. A **Aplicação do Conhecimento** pode acontecer a partir da elaboração pelos estudantes de documentários, materiais explicativos, artigos, bem como do aprofundamento sobre a produção e o uso de tecnologias ou sobre outras fontes de radiação e sua relação com a saúde.

Certamente, esse é apenas um exemplo de como uma temática contemporânea pode ser abordada pela área, envolvendo seus componentes curriculares na organização de uma abordagem pedagógico-curricular por meio dos momentos pedagógicos.

4.2.2. A experimentação como caminho pedagógico

Outra forma de abordagem pedagógico-curricular na área de Ciências da Natureza está baseada em processos de experimentação. O sentido dado aqui à palavra experimentação é mais amplo do que uma técnica/metodologia para a produção de conhecimento. Ressaltamos aqui a experimentação como vivências que estimulem o estudante a refletir sobre a realidade a partir da relação com situações/fatos/processos que produzam dúvidas e questionamentos.

As Ciências da Natureza são, em geral, caracterizadas por um forte caráter experimental, embora o significado de um dado dito empírico possa diferir um pouco em cada contexto. No entanto, verifica-se que estas atividades, na maioria das vezes, estão ausentes das aulas das Ciências da Natureza. Tal fato sempre foi apontado como um grande problema na aprendizagem dos componentes curriculares dessa área, tanto que as reformas que surgiram nos últimos cinquenta anos, no Brasil e no mundo, sempre tiveram a introdução da experimentação como um de seus pilares. (GASPAR, 2003)

As razões para este afastamento da experimentação do ensino e aprendizagem podem ser várias, mas certamente podemos citar duas razões fundamentais. A primeira é a falta de condições materiais para uma prática experimental nas escolas. A segunda razão é a falta de uma correta compreensão do papel da experimentação na Ciência no aprendizado de Ciências da Natureza. O fato é que esta ausência de atividades experimentais concorre para um ensino focado em definições conceituais de difícil compreensão para os estudantes.

Quanto à compreensão do papel da experimentação no ensino e aprendizado das Ciências da Natureza é fundamental diferenciar a função do experimento no desenvolvimento da ciência e nos processos de ensino dessa área. Enquanto na ciência os experimentos são conduzidos para, de uma maneira geral, o desenvolvimento de teorias, a aquisição de dados e fatos, a verificação de hipóteses, a obtenção de novos materiais; no ensino de ciências os experimentos têm funções pedagógicas **de ensinar ciências, ensinar sobre as ciências e ensinar a fazer ciências**. (HODSON, 1994)

Na educação científica, a experimentação pode auxiliar muito para que o aluno possa adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos e conceituais. Isto porque as explicações para os fenômenos concretamente observados em um experimento didático exigem o uso e o trabalho com os conceitos científicos, geralmente de caráter abstrato. A aprendizagem sobre a natureza das ciências é favorecida uma vez que a atividade experimental proporciona o entendimento dos métodos e procedimentos das ciências. Já o fazer ciência, proporcionado por uma atividade experimental bem planejada, contribui para desenvolver os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas, ou seja, permite o aprendizado dos procedimentos científicos.

Então, como utilizar a experimentação explorando sua potencialidade pedagógica numa perspectiva de pesquisa, como apontam as DCNEM? Esta é uma proposta de abordagem que exemplificamos a seguir com a ajuda do Quadro 2. Este apresenta uma síntese comparativa entre uma abordagem que podemos classificar como tradicional no ensino de ciências, com três outras abordagens aqui denominadas de investigativas.

Podemos observar no Quadro 2 que as etapas da experimentação no ensino podem ser divididas em: elaboração de problemas, elaboração de hipótese, elaboração de procedimentos, coleta de dados, análise dos dados, elaboração da conclusão. O que basicamente diferencia a abordagem dita tradicional da investigativa é a inexistência, na primeira, da explicitação, quer seja por parte do professor ou dos alunos, de um problema a ser investigado, e da falta de espaço para a elaboração de possíveis hipóteses para a resolução do problema antes de se partir para a execução do experimento em si. Geralmente, numa abordagem tradicional o aluno segue um roteiro pré-definido e, muitas vezes, já se sabe de antemão o resultado esperado.

	Ensino tradicional	Abordagem investigativa		
		Nível 1	Nível 2	Nível 3
Elaboração do problema	Não há	Professor	Professor	Aluno
Elaboração de hipóteses	Não há	Não há, ou professor	Aluno	Aluno
Elaboração de procedimentos	Professor	Professor	Aluno	Aluno
Coleta de dados	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
Análise dos dados	Professor	Aluno	Aluno	Aluno
Elaboração da conclusão	Aluno/ Professor	Aluno	Aluno	Aluno

QUADRO 2: NÍVEIS DE ABERTURA DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EXTRAÍDO DE GEPEQ, 2009.

FONTE: Baseado em PELLA (1961).

Uma abordagem investigativa tem por princípio levar o aluno a uma **atitude de pesquisa** envolvendo-o diretamente na resolução de um problema. Tal atitude de pesquisa exige participação do mesmo nas etapas de planejamento prévio da ação experimental em si (elaboração de hipóteses e planejamento do procedimento experimental) além, é claro, da execução do experimento e da análise e discussão dos dados. Tal participação pode se dar de diferentes maneiras de acordo com os diferentes níveis apresentados no Quadro 2, o que significa maior ou menor envolvimento intelectual e afetivo dos estudantes com a atividade (GEPEQ, 2009). O fundamental é que tais etapas sejam apresentadas explicitamente e refletidas por todos num processo de mediação do professor com os conhecimentos prévios e as expectativas dos alunos. Assim, o aluno participa de um processo investigativo completo desempenhando um papel mais ativo. A atividade experimental na escola ganha novo significado não se resumindo mais à mera manipulação e coleta de dados.

Quanto à superação das condições adversas para a inclusão de atividades experimentais, é claro que as melhorias das condições de ensino em nosso país deve ser uma meta a ser perseguida por todos os envolvidos. A existência de um espaço (laboratório didático ou sala ambiente de ciências) ideal para este tipo de atividade, assim como materiais e equipamentos, deve ser uma constante reivindicação, mas é possível transformar os espaços e tempos já existentes na escola em vista da inclusão de atividades experimentais. Muitas vezes o professor terá que, na falta de condições ideais, fazer adaptações e pesquisar por possibilidades que atendam sua necessidade.



Para sugestões de experimentos utilizando materiais alternativos ver:

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

<http://www2.fisica.ufc.br/agopin/EXPERIMENTOS.pdf>

http://quimica2011.org.br/arquivos/Experimentos_AIQ_jan2011.pdf

Excelentes recursos educacionais para o ensino das Ciências da Natureza, como por exemplo, animações, propostas de experimentos e simulações podem ser encontrados em:

Química Nova Interativa: <http://qnint.s bq.org.br/qni/>

Biblioteca Virtual de Ciências: <http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/index.php>

Ponto ciência: <http://www.pontociencia.org.br> (este apresenta muitos experimentos na forma de vídeos).

Hoje há muitas fontes de referência para o trabalho do professor, muitas propostas de **ensino experimental** utilizando diversos tipos de materiais e, inclusive, vídeos disponíveis que mostram experimentos de ciências. É sabido que um vídeo não pode substituir a experimentação em si, mas considerando, por exemplo, uma abordagem investigativa como anteriormente apresentada, o professor pode manter as etapas de problematização, levantamento de hipóteses e até mesmo de planejamento experimental. Mesmo a mais simples demonstração experimental feita *in loco* pelo professor, ou a exibição de um vídeo ou fotos de um fenômeno, pode suscitar discussões e envolver os alunos num processo investigativo.

É possível ressaltar as aproximações existentes entre a abordagem dos momentos pedagógicos, a experimentação, a sequência de ensino baseada em CTS proposta na unidade 3 e o ensino por investigação discutido na unidade 1 deste Caderno. Nas quatro perspectivas, busca-se construir uma concepção social e humana das Ciências da Natureza, valorizando a problematização, a argumentação, a elaboração de explicação, a tomada de posição e as relações entre os conhecimentos e a realidade. Nesse processo, são estimulados a autonomia intelectual dos estudantes, a ampliação de sua leitura de mundo, o uso de diferentes linguagens, e a sua reflexão crítica e atuação política consciente nos desafios da contemporaneidade.

Os exemplos de abordagens pedagógico-curriculares apresentados aqui nos mostram a necessidade de planejarmos formas de selecionar e organizar os conhecimentos a serem abordados na área e em seus componentes curriculares. A grande questão é estabelecer quais são os conhecimentos científicos básicos necessários a esse trabalho pedagógico e, também, suas consequências éticas e estéticas.

Entendemos que o planejamento pedagógico na área passará pela relação entre a escolha da abordagem pedagógico-curricular, aliada à seleção de conhecimentos significativos que possibilitem o desenvolvimento de processos de ensino-aprendizagem, que resultem na ampliação da leitura de mundo dos estudantes e professores do Ensino Médio.

Para ajudar-nos neste movimento, vamos rever a proposta do **Caderno III** da etapa I desta formação (BRASIL, 2013b, p. 43) que, ao abordar a perspectiva de construir um currículo mais integrado, propõe um caminho na tentativa de favorecer algumas articulações. Tal caminho envolve:

1. Seleção de conceitos fundamentais por área do conhecimento.
2. Identificação de conceitos comuns (inter/intra-áreas do conhecimento).
3. Proposta de contextos problematizadores que mobilizem os conceitos.

Para ilustrar este movimento podemos utilizar um tema comum a todas as áreas: energia. Cada professor pode elencar os principais conceitos e princípios fundamentais que estão relacionados a este tema em seu componente curricular. Como conceitos relacionados ao tema, podemos citar a título de exemplo: calor, temperatura, entalpia, energia, tipos de energia (elétrica, potencial, cinética), os processos de transformação de energia etc. Ao confrontar o trabalho de todos é possível verificar um princípio comum, o da conservação da energia em seus processos de transformação. Este princípio fundamental, e outros que possam ser percebidos, podem ser assumidos como o objetivo do aprendizado a ser atingido pelos alunos e podem também ajudar a organizar as atividades a serem planejadas e desenvolvidas. Várias questões podem ser elencadas como problematizadoras, como por exemplo, tendo em vista as necessidades energéticas do país, qual deve ser o modelo de produção de energia adotado? Todo este processo pode contribuir para encontrar pontos de convergência e complementaridade entre cada componente no sentido de permitir um planejamento mais integrado e interdisciplinar para a área.

Entendemos que as propostas aqui apresentadas não esgotam as possibilidades de abordagens pedagógico-curriculares da área de Ciências da Natureza e tampouco, precisam ser tratadas de forma estanque. Há **inúmeros caminhos teórico-metodológicos** por meio dos quais a Educação em Ciências da Natureza pode se materializar na escola e esses caminhos são fruto de processos de ação-reflexão-ação dos sujeitos envolvidos em profundo diálogo com a realidade.



Veja experiências dessas e outras abordagens pedagógico-curriculares em:

http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0111_guimaraes.pdf

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf>

http://www.cdcc.usp.br/maomassa/doc/ensinode-ciencias/ceu_terra.pdf

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04.pdf>

REFLEXÃO E AÇÃO

Caro professor e cara professora do Ensino Médio, nesta unidade realizamos uma discussão sobre ciência e a forma como a mesma se materializa nos currículos e cotidianos das escolas. Apresentamos algumas propostas de abordagens pedagógico-curriculares da área e alguns exemplos de como os componentes curriculares podem se organizar – por meio de planejamentos individuais ou interdisciplinares – de acordo com os direitos à aprendizagem dos estudantes.

Sugerimos que você, e seu grupo, definam uma temática relevante para sua realidade, escolham uma das abordagens apresentadas e planejem uma unidade de ensino envolvendo os componentes curriculares da área de maneira interdisciplinar. Feito isso, postem a atividade, em formato de artigo, no Portal Em Diálogo (<http://www.emdialogo.uff.br/>). Se possível, apliquem com seus alunos e discutam como foi o trabalho em sala de aula e de que forma a unidade de ensino contribuiu para a formação integral dos estudantes na perspectiva das DCNEM.

Referências

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: Uma breve revisión del tema. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona, n.3, p. 75-84, 1995.
- AIKENHEAD, G. S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v. 71, n. 2, p. 459-487, 1987.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, G. **STS Education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. In: **Encontro de pesquisa em ensino de física**, 6, Florianópolis. Atas. Florianópolis, 1998.
- AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. **Tese**. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.
- BAZZO, W. A.; PALACIOS, E.M.G.; GALBARTE, J.C.G.; VON LINSINGEN, I.; CEREZO, J.A.L.; LUJÁN, J.L.; GODILLO, M.M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L.T.V.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003.
- AZEVEDO, N. H.; MARTINI, A.M.Z.; OLIVEIRA, A.A.; SCARPA, D.L.; PETROBRAS:USP, IB, LabTrop/BioIn (org.). **Ecologia na restinga: uma sequência didática argumentativa**. 1ed. São Paulo: Edição dos autores, Janeiro de 2014. 140p. Atividade 2: Como ocorre o transporte de água no corpo das plantas?, p. 64-73. <http://labtrop.ib.usp.br/doku.php?id=projetos:restinga:restsul:divulga:apostila:at2>, acessado em 15/06/2014.
- BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de dez 1996, p. 27833. Disponível em http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%209.394-1996?OpenDocument Acesso em: 12/8/2014.
- BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 2 de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20. Disponível em <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=20&-data=31/01/2012> Acesso em: 12/8/2014.
- BRASIL. (2013a). Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, etapa I - Caderno II**: o jovem como sujeito do ensino médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [organizadores: Paulo Carrano, Juarez Dayrell]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.
- BRASIL. (2013b). Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, etapa I - Caderno III**: o currículo do ensino médio, seu sujeito e o desafio da formação humana integral / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Carlos Artexes Simões, Monica Ribeiro da Silva]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.
- BRASIL. (2013c). Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do Ensino Médio, etapa I - Caderno IV**: áreas de conhecimento e integração curricular/ Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica [autores: Marise Nogueira Ramos, Denise de Freitas, Alice Helena Campos Pierson]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.
- BRASIL. (2013d). Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do Ensino Médio, etapa I - Caderno VI**: avaliação no ensino médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Ocimar Alavarse, Gabriel Gabrowski]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.

- BRASIL. INEP. **PISA**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos> Acesso em: 15/6/2014.
- BRASIL. INEP. **PISA: itens liberados de ciências**. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_liberados_Ciencias.pdf Acesso em: 15/6/2014.
- CACHAPUZ, G. P. et al. **A necessária renovação do ensino e ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino e Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CDCC-USP/EXPERIMENTOTECA. **Metabolismo das plantas**. <http://www.cdcc.usp.br/exper/fundamental/roteiros/me51.pdf> Acesso em: 15/6/2014.
- CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.º 18, p. 41 – 68, 1998.
- CHALMERS, A. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5ª ed. Ijuí: Unijuí, 2011.
- CHASSOT, A. O Ensino de Ciências na segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A.C.; MACEDO, E. **Currículo de Ciências em Debate**. Campinas: Papirus, 2002.
- COLINVAUX, D. Aprendizagem: as questões de sempre, a pesquisa e a docência. **Ciência em Tela**. v. 1, n. 1, p. 1 – 11, 2008. Disponível em: http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/Colinvaux_2008_1.pdf. Acesso em: 12/8/2014.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002 (este livro pode ser encontrado na biblioteca da sua escola, pois faz parte do acervo do Programa Nacional Biblioteca da Escola – PNBE do Professor, do ano de 2010).
- FERREIRA, L.H, HARTWIG, D. R e OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa e contextualizada, **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101–106, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf Acesso em: 22/7/2014.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2005a.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2005b.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**, São Paulo: Ática, 2003.
- GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química, **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: Reflexões e Propostas**, São Paulo: SEE/CENP, 2009. Disponível em: http://cenp.edunet.sp.gov.br/Portal/Publicacoes/livro_experimentacao.pdf Acesso em: 20/6/2014.
- GUIMARÃES, A.P.M. et al. O aquecimento global como conteúdo norteador para ensinar sobre visão sistêmica do planeta Terra no ensino médio. **Atas do IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0233-1.pdf> Acesso em: 12/8/2014.
- HODSON, D. Experiments in Science and Science Teaching, **Educational Philosophy and Theory**, 20, p. 53-66, 1994.
- JORNAL O GLOBO. Ensino Médio está distante da vida dos jovens. **Portal EMDiálogo**. Disponível em <http://www.emdialogo.uff.br/content/ensino-medio-esta-distante-da-vida-dos-jovens>. Acesso em: 12/8/2014.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e cidadania**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.

- KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade**: o caso do ensino das ciências. São Paulo Em Perspectiva, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf> Acesso em: 14/2014.
- LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de VasiliDavydov. **Revista Brasileira de Educação**. n. 27, 2004.
- LOPES, A. C. R. **Conhecimento escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.
- MOREIRA, A.C.; CANDAU, V. **Currículo, conhecimento e cultura** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag3.pdf>> Acesso em: 25/7/2014.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf Acesso em: 15/6/2014.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. Belo Horizonte, **Revista Ensaio**, v.14, n. 03, p. 199-215, 2012.
- PEDRETTI, E. et al. Promoting issues-based STSE perspectives in science teacher education: Problems of identity and ideology. **Science and Education**. v. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2008.
- PELLA, M. O. The laboratory and Science teaching. **The Science Teacher**, n. 28, p. 20-31, 1961.
- PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões socio-científicas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 38, n. 3, p. 727-741, jul./set. 2012.
- REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 23ª ed. Petrópolis: Vozes, 2012.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica Brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.
- SANTOS W. L. P e SCHNETZLER, R. P, **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.
- SANTOS, W.L.P.; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.
- SANTOS, W.L.P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, n.1, 2007.
- SARMENTO, A.C. et al. Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético. **Atas do VIII ENPEC**. Campinas, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1267-1.pdf> Acesso em: 14/8/2014.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf, Acesso em: 15/6/2014.
- SCHUMACHER, E. F. **O Negócio é Ser Pequeno**: um estudo de economia que leva em conta as pessoas. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.
- SILVA, A. F. G. da. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica**: das falas significativas às práticas contextualizadas. 2004. 405 p. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.
- TOLEDO, K. **Entrevista: A malária já não é uma doença negligenciada**. Agência FAPESP de notícias. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/19241> Acesso em: 15/6/2014.
- ZIMAN, J. M. **Teaching and learning about science and society**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO PEDAGÓGICO NO ENSINO MÉDIO

Etapa II – Caderno I

AUTORES

Denise de Amorim Ramos
Erisevelton Silva Lima
Fátima Branco Godinho de Castro
Maria Madselva Ferreira Feiges
Marta Mariano Alves
Rogério Justino

CIÊNCIAS HUMANAS

Etapa II – Caderno II

AUTORES

Alexandro Dantas Trindade
Arnaldo Pinto Junior
Claudia da Silva Kryszczun
Marcia Fernandes Rosa Neu
Eduardo Salles de Oliveira Barra
Marivone Regina Machado
Marcia de Almeida Gonçalves

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Etapa II – Caderno III

AUTORES

Daniela Lopes Scarpa
Flavio Antonio Maximiano
Hildney Alves de Oliveira
Lana Claudia de Souza Fonseca
Sérgio Camargo
Silmara Alessi Guebur Roehrig

LINGUAGENS

Etapa II – Caderno IV

AUTORES

Adair Bonini
Claudia Hilsdorf Rocha
Fernando Jaime Gonzalez
Magali Oliveira Kleber
Paulo Evaldo Fensterseifer
Ruberval Franco Maciel

MATEMÁTICA

Etapa II – Caderno V

AUTORES

Iole de Freitas Druck
Maria Cristina Bonomi
Viviana Giampaoli
Ana Paula Jahn
Italo Modesto Dutra

FORMAÇÃO E INSTITUIÇÃO DOS AUTORES

Adair Bonini

Doutor em Linguística pela Universidade Federal de Santa Catarina, onde atualmente trabalha como professor e pesquisador.

Alexandro Dantas Trindade

Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua como professor na Universidade Federal do Paraná - UFPR

Ana Paula Jahn

Doutora em Didática da Matemática pela Universidade Joseph Fourier (Grenoble), França, e professora na Universidade de São Paulo - Instituto de Matemática e Estatística, Departamento de Matemática (USP/IME)

Arnaldo Pinto Junior

Doutor em História pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, e atua como professor na Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Claudia da Silva Kryszczun

Especialista em Filosofia Moderna e Contemporânea: Aspectos Éticos pela Universidade Estadual de Londrina (2014). Atualmente é professora da Secretaria Estadual de Educação

Claudia Hilsdorf Rocha

Doutora em Linguística Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mesma instituição em que atua como professora

Daniela Lopes Scarpa

Doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente, é docente do Instituto de Biociências da mesma universidade, na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Denise de Amorim Ramos

Mestre em Educação pela Universidade de São Carlos – Ufscar. Atualmente é professora na Universidade Federal do Tocantins

Eduardo Salles de Oliveira Barra

Doutor em Filosofia na Universidade de São Paulo, e professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal do Paraná, UFPR

Erisevelton Silva Lima

Doutor em Educação pela Universidade de Brasília, atualmente trabalha na Secretaria de Estado da Educação do Distrito Federal

Fátima Branco Godinho de Castro

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, e atua na Secretária de Educação do Estado do Paraná

Fernando Jaime Gonzalez

Doutor em Ciência do Movimento Humano pela Universidade Federal de Rio Grande do Sul, e professor da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul onde também é professor

Flavio Antonio Maximiano

Doutor em Química (Físico-Química) pelo Instituto de Química da USP (IQUSP). Atualmente é docente do Departamento de Química Fundamental do IQUSP

Hildney Alves De Oliveira

Especialista em Gestão Escolar pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e especialista em Educação Profissional integrada à Educação Básica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente trabalha na Secretaria de Educação do Estado do Mato Grosso do Sul

Iole De Freitas Druck

PhD em Matemática pela Université de Montreal. Atualmente é professora doutora da Universidade de São Paulo

Italo Modesto Dutra

Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e professor do Colégio de Aplicação da mesma universidade

Lana Claudia de Souza Fonseca

Doutora em Educação pela Universidade Federal Fluminense, e professora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, na área de Ensino de Ciências e Biologia

Magali Oliveira Kleber

Doutora em Música pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professora da Universidade Estadual de Londrina

Marcia de Almeida Gonçalves

Doutora em História Social pela Universidade de São Paulo e professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Márcia Fernandes Rosa Neu

Doutora em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo e professora da Secretaria Estadual de Educação de Santa Catarina

Maria Cristina Bonomi

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo e professora nesta mesma universidade, no Instituto de matemática e Estatística

Maria Madselva Ferreira Feiges

Doutora em Educação pela Universidade Federal do Paraná, e professora Aposentada do grupo magistério superior da mesma Universidade

Marivone Regina Machado

Especialista em Gestão Escolar, Supervisão e Orientação Educacional, pela instituição Padre João Bagozzi. Atualmente é professora da Secretaria Estadual de Educação do Paraná, na Disciplina de História.

Marta Mariano Alves

Especialização em Organização do Trabalho Pedagógico pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente exerce a função de pedagoga na Secretaria de Estado da Educação do Paraná

Paulo Evaldo Fensterseifer

Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Humanidades e Educação da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ)

Rogério Justino

Graduado em História pela Universidade Federal de Uberlândia, e mestrando em Educação pela mesma instituição. Atualmente trabalha na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, SESI, como professor da disciplina de História para o Ensino Médio.

Ruberval Franco Maciel

Doutor em Estudos Lingüísticos e Literários de Inglês pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor efetivo da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)

Sérgio Camargo

Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e professor na Universidade Federal do Paraná

Silmara Alessi Guebur Roehrig

Mestre em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professora da Secretaria de Estado da Educação do Paraná.

Viviana Giampaoli

Doutora em Estatística pela Universidade de São Paulo, mesma instituição em que atua como professora

**Ministério
da Educação**

