

Secretaria de Estado da Educação do Paraná

DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA



Ciências

GOVERNO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA

**DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA
CIÊNCIAS**

PARANÁ
2008



GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião

SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ
Yvelise Freitas de Souza Arco-Verde

DIRETOR GERAL
Ricardo Fernandes Bezerra

SUPERINTENDENTE DA EDUCAÇÃO
Alayde Maria Pinto Digiovanni

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA
Mary Lane Hutner

COORDENAÇÃO DAS DIRETRIZES CURRICULARES ESTADUAIS
Maria Eneida Fantin

EQUIPE TÉCNICO PEDAGÓGICA DA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS

Danislei Bertoni
Everaldo dos Santos
Marcos Rocha
Ronival José Tonon
Tânia Mara Cabral

LEITORES CRÍTICOS DA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS

Sandro Aparecido dos Santos – UNICENTRO – Campus Guarapuava
Julio Murilo Trevas – UNICENTRO – Campus Guarapuava
Carlos Eduardo Stange – UNICENTRO – Campus Guarapuava

LEITORES CRÍTICOS DA ÁREA PEDAGÓGICA EDUCACIONAL

Iria Brzezinski – Universidade Católica de Goiás
Lia Rosenberg – Consultora independente
Marcia Angela da Silva Aguiar – Universidade Federal de Pernambuco
Sofia Lerche Vieira – Universidade Estadual do Ceará
Walter Esteves Garcia – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO
Jam3 Comunicação



AGRADECIMENTOS

Agradecemos de modo especial aos professores das escolas que, desde 2003, participaram dos eventos propostos pela Secretaria de Estado da Educação, contribuindo com argumentações fundamentadas tanto em sua prática de ensino quanto em suas leituras teóricas e fizeram leituras críticas das diversas versões preliminares enviadas às escolas. Destacamos, também, o trabalho dos professores dos Núcleos Regionais de Educação e da Secretaria de Estado da Educação que, ao longo desse período, coordenaram discussões e sistematizaram os textos em suas diversas versões preliminares, até chegarmos a estas diretrizes curriculares, agora oficialmente publicadas.

CARTA DA SECRETÁRIA DA EDUCAÇÃO

A escola pública vem sendo replanejada no Estado do Paraná nos últimos anos e isso traz uma luz diferenciada para a prática pedagógica, sustentada por uma intensa discussão sobre as concepções teórico-metodológicas que organizam o trabalho educativo. Essas reflexões, sobre a ação docente, concretizaram-se na crença do professor como sujeito epistêmico e da escola como principal lugar do processo de discussão destas Diretrizes Curriculares que agora são oficialmente publicadas.

Quando assumimos a gestão governamental, em 2003, com o então secretário Mauricio Requião, um olhar para dentro das escolas permitiu identificar a ausência de reflexão sistematizada sobre a prática educativa que ali ocorria, e o foco da formação continuada, então oferecida, fugia da especificidade do trabalho educativo e situava-se em programas motivacionais e de sensibilização, em sua grande maioria.

Tais políticas educacionais, estabelecidas no final da década de 1990, alteraram a função da escola ao negligenciar a formação específica do professor e esvaziar as disciplinas de seus conteúdos de ensino, de modo que o acesso à cultura formal ficou mais limitado, principalmente para as camadas socialmente marginalizadas.

Contra-pondo-nos a esta concepção, salientamos que, para a maioria da população brasileira, a escola constitui a alternativa concreta de acesso ao saber, entendido como conhecimento socializado e sistematizado na instituição escolar. Sob esta perspectiva de escola pública, construímos essas Diretrizes Curriculares, por meio de uma metodologia que primou pela discussão coletiva ocorrida, efetivamente, durante os últimos cinco anos e envolveu todos os professores da rede.

Com essas Diretrizes e uma formação continuada focada nos aspectos fundamentais do trabalho educativo pretendemos recuperar a função da escola pública paranaense que é ensinar, dar acesso ao conhecimento, para que todos, especialmente os alunos das classes menos favorecidas, possam ter um projeto de futuro que vislumbre trabalho, cidadania e uma vida digna.

Yvelise Freitas de Souza Arco-Verde
Secretária de Estado da Educação do Paraná

CARTA DO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA

Você está recebendo, neste caderno, um texto sobre concepção de currículo para a Educação Básica e as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE) de sua disciplina.

Esses textos são frutos de um longo processo de discussão coletiva, ocorrido entre 2004 e 2008, que envolveu os professores da Rede Estadual de Ensino e, agora, se apresentam como fundamento para o trabalho pedagógico na escola.

Durante os anos de 2004, 2005 e 2006 a Secretaria de Estado da Educação promoveu vários encontros, simpósios e semanas de estudos pedagógicos para a elaboração dos textos das Diretrizes Curriculares, tanto dos níveis e modalidades de ensino quanto das disciplinas da Educação Básica. Sua participação nesses eventos e suas contribuições por escrito foram fundamentais para essa construção coletiva.

Ao longo dos anos de 2007 e 2008 a equipe pedagógica do Departamento de Educação Básica (DEB) percorreu os 32 Núcleos Regionais de Educação realizando o evento chamado DEB Itinerante que ofereceu, para todos os professores da Rede Estadual de Ensino, dezesseis horas de formação continuada. Em grupos, organizados por disciplina, esses professores puderam, mais uma vez, discutir tanto os fundamentos teóricos das DCE quanto os aspectos metodológicos de sua implementação em sala de aula.

Ainda em 2007 e 2008, as Diretrizes Curriculares Estaduais passaram por leituras críticas de especialistas nas diversas disciplinas e em história da educação. Tais leitores, vinculados a diferentes universidades brasileiras, participaram, também, de debates presenciais com as equipes disciplinares do DEB, com vistas aos necessários ajustes finais dos textos.

Assim, os textos que compõem este caderno se apresentam na seguinte ordem e estrutura: o primeiro, sobre a Educação Básica, inicia com uma breve discussão sobre as formas históricas de organização curricular, seguida da concepção de currículo proposta nestas diretrizes para a Rede Pública Estadual, justificada e fundamentada pelos conceitos de conhecimento, conteúdos escolares, interdisciplinaridade, contextualização e avaliação.

O segundo texto refere-se à sua disciplina de formação/atuação. Inicia-se com um breve histórico sobre a constituição dessa disciplina como campo do conhecimento e contextualiza os interesses políticos, econômicos e sociais que interferiram na seleção dos saberes e nas práticas de ensino trabalhados na escola básica. Em seguida, apresenta os fundamentos teórico-metodológicos e os conteúdos estruturantes que devem organizar o trabalho docente.

Anexo a esse documento, há uma relação de conteúdos considerados básicos para as séries do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Tais conteúdos foram sistematizados a partir das discussões realizadas nos encontros descentralizados (DEB-Itinerante) e deverão ser ponto de partida para organização das Propostas Pedagógicas Curriculares das escolas da Rede Estadual de Ensino.

Assim, é com orgulho que disponibilizamos, à Rede Pública Estadual de Educação, o documento das Diretrizes Curriculares Estaduais para a Educação Básica. Considera-se que os textos estão agora devidamente amadurecidos e, por isso, você os recebe nesse caderno, oficialmente publicados.

Nossa expectativa é que estas Diretrizes fundamentem o trabalho pedagógico e contribuam de maneira decisiva para o fortalecimento da Educação pública estadual do Paraná.

Mary Lane Hutner

Chefe do Departamento de Educação Básica



SUMÁRIO

A EDUCAÇÃO BÁSICA E A OPÇÃO PELO CURRÍCULO DISCIPLINAR	15
1 OS SUJEITOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA	16
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	17
3 DIMENSÕES DO CONHECIMENTO	22
3.1 O CONHECIMENTO E AS DISCIPLINAS CURRICULARES	26
3.2 A INTERDISCIPLINARIDADE	29
3.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-HISTÓRICA	30
4 AVALIAÇÃO	33
5 REFERÊNCIAS	35
DIRETRIZES CURRICULARES DA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS	39
INTRODUÇÃO	40
1 DIMENSÃO HISTÓRICA DA DISCIPLINA	40
1.1 SOBRE O OBJETO DE ESTUDO	40
1.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO CONCEITO DE CIÊNCIA	41
1.3 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA	42
1.3.1 Estado pré-científico	43
1.3.2 Estado científico	46
1.3.3 Estado do novo espírito científico	48
1.4 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	49
1.4.1 A disciplina de Ciências no currículo das escolas brasileiras	50
2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	56
2.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS MÉTODOS CIENTÍFICOS	56
2.2 FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA IDADE ESCOLAR	57
2.3 CONHECIMENTO CIENTÍFICO ESCOLAR	59
2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	62
3 CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	63
3.1 ASTRONOMIA	65
3.2 MATÉRIA	65
3.3 SISTEMAS BIOLÓGICOS	66
3.4 ENERGIA	66
3.5 BIODIVERSIDADE	67



4 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	68
4.1 ASPECTOS ESSENCIAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	69
4.1.1 A história da ciência	69
4.1.2 A divulgação científica	71
4.1.3 As atividades experimentais	71
4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ELEMENTOS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	72
4.2.1 A Abordagem Problematizadora	74
4.2.2 A Relação Contextual	74
4.2.3 Relação Interdisciplinar	74
4.2.4 Pesquisa	75
4.2.5 Leitura científica	75
4.2.6 Atividade em grupo	75
4.2.7 Observação	76
4.2.8 Atividade Experimental	76
4.2.9 Recursos instrucionais	76
4.2.10 Lúdico	77
5 AVALIAÇÃO	77
6 REFERÊNCIAS	80
ANEXO: Conteúdos Básicos da disciplina de Ciências	83



A EDUCAÇÃO BÁSICA E A OPÇÃO PELO CURRÍCULO DISCIPLINAR

As etapas históricas do desenvolvimento da humanidade não são formas esvaziadas das quais se exalou a vida **porque** a humanidade alcançou formas de desenvolvimento superiores, porém, mediante a atividade criativa da humanidade, mediante a **práxis**, elas se vão continuamente integrando no presente. O processo de integração é ao mesmo tempo crítica e avaliação do passado. O passado concentra no presente (e portanto **aufgehoben** no sentido dialético) cria natureza humana, isto é, a “substância” que inclui tanto a objetividade quanto a subjetividade, tanto as relações materiais e as forças objetivas, quanto a faculdade de “ver” o mundo e de explicá-lo por meio dos vários modos de subjetividade – cientificamente, artisticamente, filosoficamente, poeticamente, etc. (KOSIK, 2002, p. 150).



1 OS SUJEITOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

A escola pública brasileira, nas últimas décadas, passou a atender um número cada vez maior de estudantes oriundos das classes populares. Ao assumir essa função, que historicamente justifica a existência da escola pública, intensificou-se a necessidade de discussões contínuas sobre o papel do ensino básico no projeto de sociedade que se quer para o país.

A depender das políticas públicas em vigor, o papel da escola define-se de formas muito diferenciadas. Da perspectiva das teorias críticas da educação, as primeiras questões que se apresentam são: Quem são os sujeitos da escola pública? De onde eles vêm? Que referências sociais e culturais trazem para a escola?

Um sujeito é fruto de seu tempo histórico, das relações sociais em que está inserido, mas é, também, um ser singular, que atua no mundo a partir do modo como o compreende e como dele lhe é possível participar.

Ao definir qual formação se quer proporcionar a esses sujeitos, a escola contribui para determinar o tipo de participação que lhes caberá na sociedade. Por isso, as reflexões sobre currículo têm, em sua natureza, um forte caráter político.

Nestas diretrizes, propõe-se uma reorientação na política curricular com o objetivo de construir uma sociedade justa, onde as oportunidades sejam iguais para todos.

Para isso, os sujeitos da Educação Básica, crianças, jovens e adultos, em geral oriundos das classes assalariadas, urbanas ou rurais, de diversas regiões e com diferentes origens étnicas e culturais (FRIGOTTO, 2004), devem ter acesso ao conhecimento produzido pela humanidade que, na escola, é veiculado pelos conteúdos das disciplinas escolares.

Assumir um currículo disciplinar significa dar ênfase à escola como lugar de socialização do conhecimento, pois essa função da instituição escolar é especialmente importante para os estudantes das classes menos favorecidas, que têm nela uma oportunidade, algumas vezes a única, de acesso ao mundo letrado, do conhecimento científico, da reflexão filosófica e do contato com a arte.

Os conteúdos disciplinares devem ser tratados, na escola, de modo contextualizado, estabelecendo-se, entre eles, relações interdisciplinares e colocando sob suspeita tanto a rigidez com que tradicionalmente se apresentam quanto o estatuto de verdade atemporal dado a eles. Desta perspectiva, propõe-se que tais conhecimentos contribuam para a crítica às contradições sociais, políticas e econômicas presentes nas estruturas da sociedade contemporânea e propiciem compreender a produção científica, a reflexão filosófica, a criação artística, nos contextos em que elas se constituem.

Essa concepção de escola orienta para uma aprendizagem específica, colocando em perspectiva o seu aspecto formal e instituído, o qual diz respeito aos conhecimentos historicamente sistematizados e selecionados para compor o currículo escolar.

Nesse sentido, a escola deve incentivar a prática pedagógica fundamentada em diferentes metodologias, valorizando concepções de ensino, de aprendizagem (internalização) e de avaliação que permitam aos professores e estudantes conscientizarem-se da necessidade de "...uma transformação emancipadora. É desse modo que uma contraconsciência, estrategicamente concebida como alternativa necessária à internalização dominada colonialmente, poderia realizar sua grandiosa missão educativa" (MÈSZÁROS, 2007, p. 212).

Um projeto educativo, nessa direção, precisa atender igualmente aos sujeitos, seja qual for sua condição social e econômica, seu pertencimento étnico e cultural e às possíveis necessidades especiais para aprendizagem. Essas características devem ser tomadas como potencialidades para promover a aprendizagem dos conhecimentos que cabe à escola ensinar, para todos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Pensar uma concepção de currículo para a Educação Básica traz, aos professores do Estado do Paraná, uma primeira questão a ser enfrentada. Afinal, o que é currículo?

Sacristán fala de impressões que, "tal como imagens, trazem à mente o conceito de currículo". Em algumas dessas impressões, a ideia de que o currículo é construído para ter efeitos sobre as pessoas fica reduzida ao seu caráter estrutural prescritivo. Nelas, parece não haver destaque para a discussão sobre como se dá, historicamente, a seleção do conhecimento, sobre a maneira como esse conhecimento se organiza e se relaciona na estrutura curricular e, consequência disso, o modo como as pessoas poderão compreender o mundo e atuar nele.

[...] o currículo como conjunto de conhecimentos ou matérias a serem superadas pelo aluno dentro de um ciclo – nível educativo ou modalidade de ensino é a acepção mais clássica e desenvolvida; o currículo como programa de atividades planejadas, devidamente sequencializadas, ordenadas metodologicamente tal como se mostram num manual ou num guia do professor; o currículo, também foi entendido, às vezes, como resultados pretendidos de aprendizagem; o currículo como concretização do plano reprodutor para a escola de determinada sociedade, contendo conhecimentos, valores e atitudes; o currículo como experiência recriada nos alunos por meio da qual podem desenvolver-se; o currículo como tarefa e habilidade a serem dominadas como é o caso da formação profissional; o currículo como programa que proporciona conteúdos e valores para que os alunos melhorem a sociedade em relação à reconstrução social da mesma (SACRISTAN, 2000, p. 14).



Essas impressões sobre currículo podem ser consideradas as mais conhecidas e corriqueiras, porém, nem todas remetem a uma análise crítica sobre o assunto.

Quando se considera o currículo tão somente como um documento impresso, uma orientação pedagógica sobre o conhecimento a ser desenvolvido na escola ou mera lista de objetivos, métodos e conteúdos necessários para o desenvolvimento dos saberes escolares, despreza-se seu caráter político, sua condição de elemento que pressupõe um projeto de futuro para a sociedade que o produz. Faz-se necessária, então, uma análise mais ampla e crítica, ancorada na ideia de que, nesse documento, está impresso o resultado de embates políticos que produzem um projeto pedagógico vinculado a um projeto social.

Assim, da tentativa de responder o que é currículo, outras duas questões indissociáveis se colocam como eixos para o debate: a intenção política que o currículo traduz e a tensão constante entre seu caráter prescritivo e a prática docente.

Como documento institucional, o currículo pode tanto ser resultado de amplos debates que tenham envolvido professores, alunos, comunidades, quanto ser fruto de discussões centralizadas, feitas em gabinetes, sem a participação dos sujeitos diretamente interessados em sua constituição final. No caso de um currículo imposto às escolas, a prática pedagógica dos sujeitos que ficaram à margem do processo de discussão e construção curricular, em geral, transgredir o currículo documento.

Isso, porém, não se dá de forma autônoma, pois o documento impresso, ou seja, “o estabelecimento de normas e critérios tem significado, mesmo quando a prática procura contradizer ou transcender essa definição pré-ativa (*de currículo*). Com isso, ficamos vinculados a formas prévias de reprodução, mesmo quando nos tornamos criadores de novas formas” (GOODSON, 1995, p. 18).¹

Entretanto, quando uma nova proposição curricular é apresentada às escolas, como fruto de ampla discussão coletiva, haverá, também, criação de novas práticas que irão além do que propõe o documento, mas respeitando seu ponto de partida teórico-metodológico.

Em ambos os casos, mas com perspectivas políticas distintas, identifica-se uma tensão entre o currículo documento e o currículo como prática. Para enfrentar essa tensão, o currículo documento deve ser objeto de análise contínua dos sujeitos da educação, principalmente a concepção de conhecimento que ele carrega, pois, ela varia de acordo com as matrizes teóricas que o orientam e o estruturam. Cada

¹ Esses vínculos, em geral, buscam atrelar a concepção teórica e política do currículo à distribuição de verbas destinadas à educação, à avaliação dos materiais didáticos a serem comprados e distribuídos para as escolas, e ao tipo de formação continuada oferecida aos professores.

uma dessas matrizes dá ênfase a diferentes saberes a serem socializados pela escola, tratando o conhecimento escolar sob óticas diversas. Dessa perspectiva, e de maneira muito ampla, é possível pensar em três grandes matrizes curriculares², a saber:

O currículo vinculado ao academicismo e ao cientificismo

No currículo vinculado ao academicismo/cientificismo, os saberes a serem socializados nas diferentes disciplinas escolares são oriundos das ciências que os referenciam. A disciplina escolar, assim, é vista como decorrente da ciência e da aplicabilidade do método científico como método de ensino. Esse tipo de currículo pressupõe que o “processo de ensino deve transmitir aos alunos a lógica do conhecimento de referência. [...] é do saber especializado e acumulado pela humanidade que devem ser extraídos os conceitos e os princípios a serem ensinados aos alunos” (LOPES, 2002, p. 151-152).

Embora remeta-se ao saber produzido e acumulado pela humanidade como fonte dos saberes escolares, podendo-se inferir o direito dos estudantes da Educação Básica ao acesso a esses conhecimentos, uma das principais críticas ao currículo definido pelo cientificismo/academicismo é que ele trata a disciplina escolar como ramificação do saber especializado, tornando-a refém da fragmentação do conhecimento. A consequência disso são disciplinas que não dialogam e, por isso mesmo, fechadas em seus redutos, perdem a dimensão da totalidade.

Outra crítica a esse tipo de currículo argumenta que, ao aceitar o *status quo* dos conhecimentos e saberes dominantes, o currículo cientificista/academicista enfraquece a possibilidade de constituir uma perspectiva crítica de educação, uma vez que passa a considerar os conteúdos escolares tão somente como “resumo do saber culto e elaborado sob a formalização das diferentes disciplinas” (SACRISTAN, 2000, p. 39). Esse tipo de currículo se “concretiza no *syllabus* ou lista de conteúdos. Ao se expressar nesses termos, é mais fácil de regular, controlar, assegurar sua inspeção, etc., do que qualquer outra fórmula que contenha considerações de tipo psicopedagógico” (SACRISTÁN, 2000, p. 40).

O currículo vinculado às subjetividades e experiências vividas pelo aluno

O currículo estruturado com base nas experiências e/ou interesses dos alunos faz-se presente, no Brasil, destacadamente, em dois momentos: nas discussões

² Adaptadas de Sacristan, 2000, p. 39-53 e Lopes, 2002.



dos teóricos que empreenderam, no país, a difusão das ideias pedagógicas da Escola Nova³, e na implementação do projeto neoliberal de educação, difundido no documento chamado Parâmetros Curriculares Nacionais.

Fundamentando-se em concepções psicológicas, humanistas e sociais, esse tipo de currículo pressupõe que

[...] os aspectos intelectuais, físicos, emocionais e sociais são importantes no desenvolvimento da vida do indivíduo, levando em conta, além disso, que terão de ser objeto de tratamentos coerentes para que se consigam finalidades tão diversas, ter-se-á que ponderar, como consequência inevitável, os aspectos metodológicos do ensino, já que destes depende a consecução de muitas dessas finalidades e não de conteúdos estritos de ensino. Desde então, a metodologia e a importância da experiência estão ligadas indissolúvelmente ao conceito de currículo. O importante do currículo é a experiência, a recriação da cultura em termos de vivências, a provocação de situações problemáticas [...] (SACRISTÁN, 2000, p. 41).

Numa relação comparativa à concepção de currículo cientificista, centrado em planos de estudos, o currículo como base de experiências põe seu foco na totalidade de experiências vivenciadas pelo aluno, a partir de seus interesses e sob tutela da escola que,

[...] nesse contexto, era vista como a instituição responsável pela compensação dos problemas da sociedade mais ampla. O foco do currículo foi deslocado do conteúdo para a forma, ou seja, a preocupação foi centrada na organização das atividades, com base nas experiências, diferenças individuais e interesses da criança (ZOTTI, 2008).

As críticas a esse tipo de currículo referem-se a uma concepção curricular que se fundamenta nas necessidades de desenvolvimento pessoal do indivíduo, em prejuízo da aprendizagem dos conhecimentos histórica e socialmente construídos pela humanidade. Além disso, a perspectiva experiencial reduz a escola ao papel de instituição socializadora, ressaltando os processos psicológicos dos alunos e secundarizando os interesses sociais e os conhecimentos específicos das disciplinas. Essa perspectiva considera que o ensino dos saberes acadêmicos é apenas um aspecto, de importância relativa, a ser alcançado. Uma vez que esta concepção de currículo não define o papel das disciplinas escolares na organização do trabalho pedagógico com a experiência, o utilitarismo surge como um jeito de resolver esse problema, aproximando os conteúdos das disciplinas das aplicações sociais possíveis do conhecimento.

³ A Escola Nova foi um importante movimento de renovação da escola tradicional. Fundamentava o ato pedagógico na ação, na atividade da criança e menos na instrução dada pelo professor. Para John Dewey, um dos idealizadores da Escola Nova, a educação deveria ajudar a resolver os problemas apresentados pela experiência concreta da vida. Assim, a educação era entendida como processo e não como produto. “Um processo de reconstrução e reconstituição da experiência; um processo de melhoria permanente da eficiência individual” (GADOTTI, 2004, p. 144).

Tanto a concepção científicista de currículo, quanto aquela apoiada na experiência e interesses dos alunos.

[...] pautam-se em uma visão redentora frente à relação educação e sociedade, com respostas diferenciadas na forma, mas defendendo e articulando um mesmo objetivo – adaptar a escola e o currículo à ordem capitalista, com base nos princípios de ordem, racionalidade e eficiência. Em vista disso, as questões centrais do currículo foram os processos de seleção e organização do conteúdo e das atividades, privilegiando um planejamento rigoroso, baseado em teorias científicas do processo ensino-aprendizagem, ora numa visão psicologizante, ora numa visão empresarial (ZOTTI, 2008).

O currículo como configurador da prática, vinculado às teorias críticas

O currículo como configurador da prática, produto de ampla discussão entre os sujeitos da educação, fundamentado nas teorias críticas e com organização disciplinar é a proposta destas Diretrizes para a rede estadual de ensino do Paraná, no atual contexto histórico.

Não se trata de uma ideia nova, já que, num passado não muito distante, fortes discussões pedagógicas se concretizaram num documento curricular que se tornou bastante conhecido, denominado Currículo Básico⁴. Esse documento foi resultado de um intenso processo de discussão coletiva que envolveu professores da rede estadual de ensino e de instituições de ensino superior. Vinculava-se ao materialismo histórico dialético, matriz teórica que fundamentava a proposta de ensino-aprendizagem de todas as disciplinas do currículo. Chegou à escola em 1990 e vigorou, como proposição curricular oficial no Paraná, até quase o final daquela década.

Estas Diretrizes Curriculares, por sua vez, se apresentam como frutos daquela matriz curricular, porém, duas décadas se passaram e o documento atual tem as marcas de outra metodologia de construção, por meio da qual a discussão contou com a participação maciça dos professores da rede. Buscou-se manter o vínculo com o campo das teorias críticas da educação e com as metodologias que priorizam diferentes formas de ensinar, de aprender e de avaliar. Além disso, nestas diretrizes a concepção de conhecimento considera suas dimensões científica, filosófica e artística, enfatizando-se a importância de todas as disciplinas.

Para a seleção do conhecimento, que é tratado, na escola, por meio dos conteúdos das disciplinas concorrem tanto os fatores ditos externos, como aqueles determinados pelo regime sócio-político, religião, família, trabalho quanto as características sociais e culturais do público escolar, além dos fatores específicos do sistema como os níveis de ensino, entre outros. Além desses fatores, estão os

⁴ As discussões que culminaram na elaboração do currículo básico ocorreram no contexto da reabertura política, na segunda metade dos anos de 1980, quando o Brasil saía de um período de 20 anos submetido à ditadura militar.



saberes acadêmicos, trazidos para os currículos escolares e neles tomando diferentes formas e abordagens em função de suas permanências e transformações.

Tais temas foram o mote das discussões propostas para os professores durante o processo de elaboração destas Diretrizes, trabalhados numa abordagem histórica e crítica a respeito da constituição das disciplinas escolares, de sua relevância e função no currículo e de sua relação com as ciências de referência.

Na relação com as ciências de referência, é importante destacar que as disciplinas escolares, apesar de serem diferentes na abordagem, estruturam-se nos mesmos princípios epistemológicos e cognitivos, tais como os mecanismos conceituais e simbólicos. Esses princípios são critérios de sentido que organizam a relação do conhecimento com as orientações para a vida como prática social, servindo inclusive para organizar o saber escolar.

Embora se compreendam as disciplinas escolares como indispensáveis no processo de socialização e sistematização dos conhecimentos, não se pode conceber esses conhecimentos restritos aos limites disciplinares. A valorização e o aprofundamento dos conhecimentos organizados nas diferentes disciplinas escolares são condição para se estabelecerem as relações interdisciplinares, entendidas como necessárias para a compreensão da totalidade.

Assim, o fato de se identificarem condicionamentos históricos e culturais, presentes no formato disciplinar de nosso sistema educativo, não impede a perspectiva interdisciplinar. Tal perspectiva se constitui, também, como concepção crítica de educação e, portanto, está necessariamente condicionada ao formato disciplinar, ou seja, à forma como o conhecimento é produzido, selecionado, difundido e apropriado em áreas que dialogam mas que constituem-se em suas especificidades.

3 DIMENSÕES DO CONHECIMENTO

Fundamentando-se nos princípios teóricos expostos, propõe-se que o currículo da Educação Básica ofereça, ao estudante, a formação necessária para o enfrentamento com vistas à transformação da realidade social, econômica e política de seu tempo. Esta ambição remete às reflexões de Gramsci em sua defesa de uma educação na qual o espaço de conhecimento, na escola, deveria equivaler à ideia de atelier-biblioteca-oficina, em favor de uma formação, a um só tempo, humanista e tecnológica.

Esta será uma de suas ideias-chaves até o final da vida. O homem renascentista, para ele (Gramsci) sintetiza o momento de elevada cultura com o momento de transformação técnica e artística da matéria e da natureza; sintetiza também a criação de grandes ideias teórico-políticas com a experiência da convivência popular. Sem dúvida, deve ele estar imaginando o homem renascentista como um Leonardo da Vinci no seu atelier-biblioteca-oficina: as estantes cheias dos textos clássicos, as mesas cheias de tintas e modelos mecânicos; ou então escrevendo ensaios políticos e culturais como um Maquiavel que transitava da convivência íntima com os clássicos historiadores da literatura greco-romana, para a convivência, também íntima, com os populares da cidade de Florença. À luz desses modelos humanos, Gramsci sintetiza, no ideal da escola moderna para o proletariado, as características da liberdade e livre iniciativa individual com as habilidades necessárias à forma produtiva mais eficiente para a humanidade de hoje (NOSELLA, p. 20).

Esse é o princípio implícito nestas diretrizes quando se defende um currículo baseado nas dimensões científica, artística e filosófica do conhecimento. A produção científica, as manifestações artísticas e o legado filosófico da humanidade, como dimensões para as diversas disciplinas do currículo, possibilitam um trabalho pedagógico que aponte na direção da totalidade do conhecimento e sua relação com o cotidiano.

Com isso, entende-se a escola como o espaço do confronto e diálogo entre os conhecimentos sistematizados e os conhecimentos do cotidiano popular. Essas são as fontes sócio-históricas do conhecimento em sua complexidade.

Em breve retrospectiva histórica, é possível afirmar que, até o Renascimento, o que se entendia por conhecimento se aproximava muito da noção de pensamento filosófico, o qual buscava uma explicação racional para o mundo e para os fenômenos naturais e sociais.

A filosofia permite um conhecimento racional, qual um exercício da razão. [...] A partir do século VI a.C., passou a circunscrever todo o conhecimento da época em explicações racionais acerca do cosmo. A razão indagava a natureza e obtinha respostas a problemas teóricos, especulativos. Até o século XVI, o pensamento permaneceu imbuído da filosofia como instrumento do pensamento especulativo. [...] Desta forma, a filosofia representou, até o advento da ciência moderna, a culminância de todos os esforços da racionalidade ocidental. Era o saber por excelência; a filosofia e a ciência formavam um único campo racional (ARAUJO, 2003, p. 23-24).

Com o Renascimento e a emergência do sistema mercantilista de produção, entre outras influências, o pensamento ocidental sofreu modificações importantes relacionadas ao novo período histórico que se anunciava. No final do século XVII, por exemplo, Isaac Newton, amparado nos estudos de Galileu, Tycho Brahe e



Kepler, estabeleceu a primeira grande unificação dos estudos da Física relacionando os fenômenos físicos terrestres e celestes. Temas que eram objeto da filosofia, passaram a ser analisados pelo olhar da ciência empírica, de modo que “das explicações organizadas conforme o método científico, surgiram todas as ciências naturais” (ARAUJO, 2003, p. 24).

O conhecimento científico, então, foi se desvinculando do pensamento teocêntrico e os saberes necessários para explicar o mundo ficaram a cargo do ser humano, que explicaria a natureza por meio de leis, princípios, teorias, sempre na busca de uma verdade expressa pelo método científico.

A dimensão filosófica do conhecimento não desapareceu com o desenvolvimento da razão científica. Ambas caminharam no século XX, quando se observou a emergência de métodos próprios para as ciências humanas, que se emanciparam das ciências naturais. Assim, as dimensões filosófica e científica transformaram a concepção de ciência ao incluírem o elemento da interpretação ou significação que os sujeitos dão às suas ações – o homem torna-se, ao mesmo tempo, objeto e sujeito do conhecimento.

Além disso, as ciências humanas desenvolveram a análise da formação, consolidação e superação das estruturas objetivas do humano na sua subjetividade e nas relações sociais. Essas transformações, que se deram devido à expansão da vida urbana, à consolidação do padrão de vida burguesa e à formação de uma classe trabalhadora consciente de si, exigem investigações sobre a constituição do sujeito e do processo social. São as dimensões filosófica e humana do conhecimento que possibilitam aos cientistas perguntarem sobre as implicações de suas produções científicas. Assim, pensamento científico e filosófico constituem dimensões do conhecimento que não se confundem, mas não se devem separar.

Temas que foram objeto de especulação e reflexão filosófica passaram daí por diante pelo crivo do olhar objetivador da ciência. [...] As ciências passaram a fornecer explicação sobre a estrutura do universo físico, sobre a constituição dos organismos e, mais recentemente, sobre o homem e a sociedade. A filosofia passou a abranger setores cada vez mais restritos da realidade, tendo, no entanto, se tornado cada vez mais aguda em suas indagações; se não lhe é dado mais abordar o cosmo, pois a física e suas leis e teorias o faz mais apropriadamente, o filósofo se volta para a situação atual e pergunta-se: o que faz de nós este ser que hoje somos? (o) que é o saber, (o) que é o conhecer e de como se dá a relação entre mente e mundo (ARAUJO, 2003, p. 24).

Por sua vez, a dimensão artística é fruto de uma relação específica do ser humano com o mundo e o conhecimento. Essa relação é materializada pela e na obra de arte, que “é parte integrante da realidade social, é elemento da estrutura de tal sociedade e expressão da produtividade social e espiritual do homem”

(KOSIK, 2002, p. 139). A obra de arte é constituída pela razão, pelos sentidos e pela transcendência da própria condição humana.

Numa conhecida passagem dos *Manuscritos econômico-filosóficos*, Karl Marx argumenta que “o homem se afirma no mundo objetivo, não apenas no pensar, mas também com todos os sentidos” (MARX, 1987, p. 178) e os sentidos não são apenas naturais, biológicos e instintivos, mas também transformados pela cultura, humanizados.

Para Marx, o capitalismo e a propriedade privada determinam a alienação dos sentidos e do pensamento, reduzindo-os à dimensão do ter. Portanto, a emancipação humana plena passa, necessariamente, pelo resgate dos sentidos e do pensamento.

Para o ouvido não musical a mais bela música não tem sentido algum, não é objeto. [...] A formação dos cinco sentidos é um trabalho de toda história universal até nossos dias. O sentido que é prisioneiro da grosseira necessidade prática tem apenas um sentido limitado (MARX, 1987, p. 178).

O conhecimento artístico tem como características centrais a criação e o trabalho criador. A arte é criação, qualidade distintiva fundamental da dimensão artística, pois criar “é fazer algo inédito, novo e singular, que expressa o sujeito criador e simultaneamente, transcende-o, pois o objeto criado é portador de conteúdo social e histórico e como objeto concreto é uma nova realidade social” (PEIXOTO, 2003, p. 39).

Esta característica da arte ser criação é um elemento fundamental para a educação, pois a escola é, a um só tempo, o espaço do conhecimento historicamente produzido pelo homem e espaço de construção de novos conhecimentos, no qual é imprescindível o processo de criação. Assim, o desenvolvimento da capacidade criativa dos alunos, inerente à dimensão artística, tem uma direta relação com a produção do conhecimento nas diversas disciplinas.

Desta forma, a dimensão artística pode contribuir significativamente para humanização dos sentidos, ou seja, para a superação da condição de alienação e repressão à qual os sentidos humanos foram submetidos. A Arte concentra, em sua especificidade, conhecimentos de diversos campos, possibilitando um diálogo entre as disciplinas escolares e ações que favoreçam uma unidade no trabalho pedagógico. Por isso, essa dimensão do conhecimento deve ser entendida para além da disciplina de Arte, bem como as dimensões filosófica e científica não se referem exclusivamente à disciplina de Filosofia e às disciplinas científicas. Essas dimensões do conhecimento constituem parte fundamental dos conteúdos nas disciplinas do currículo da Educação Básica.



3.1 O CONHECIMENTO E AS DISCIPLINAS CURRICULARES

Como saber escolar, o conhecimento se explicita nos conteúdos das disciplinas de tradição curricular, quais sejam: Arte, Biologia, Ciências, Educação Física, Ensino Religioso, Filosofia, Física, Geografia, História, Língua Estrangeira Moderna, Língua Portuguesa, Matemática, Química e Sociologia⁵.

Nestas Diretrizes, destaca-se a importância dos conteúdos disciplinares e do professor como autor de seu plano de ensino, contrapondo-se, assim, aos modelos de organização curricular que vigoraram na década de 1990, os quais esvaziaram os conteúdos disciplinares para dar destaque aos chamados temas transversais.

Ainda hoje, a crítica à política de esvaziamento dos conteúdos disciplinares sofre constrangimentos em consequência dos embates ocorridos entre as diferentes tendências pedagógicas no século XX. Tais embates trouxeram para “[...] o discurso pedagógico moderno um certo complexo de culpa ao tratar o tema dos conteúdos” (SACRISTÁN, 2000, p. 120). A discussão sobre conteúdos curriculares passou a ser vista, por alguns, como uma defesa da escola como agência reprodutora da cultura dominante. Contudo,

Sem conteúdo não há ensino, qualquer projeto educativo acaba se concretizando na aspiração de conseguir alguns efeitos nos sujeitos que se educam. Referindo-se estas afirmações ao tratamento científico do ensino, pode-se dizer que sem formalizar os problemas relativos aos conteúdos não existe discurso rigoroso nem científico sobre o ensino, porque estaríamos falando de uma atividade vazia ou com significado à margem do para que serve (SACRISTÁN, 2000, p. 120).

É preciso, também, ultrapassar a ideia e a prática da divisão do objeto didático pelas quais os conteúdos disciplinares são decididos e selecionados fora da escola, por outros agentes sociais. Quanto aos envolvidos no ambiente escolar, sobretudo aos professores, caberia apenas refletir e decidir sobre as técnicas de ensino.

[...] A reflexão sobre a justificativa dos conteúdos é para os professores um motivo exemplar para entender o papel que a escolaridade em geral cumpre num determinado momento e, mais especificamente, a função do nível ou especialidade escolar na qual trabalham. O que se ensina, sugere-se ou se obriga a aprender expressa valores e funções que a escola difunde num contexto social e histórico concreto (SACRISTÁN, 2000, p. 150).

⁵ As disciplinas técnicas dos cursos de Ensino Médio Integrado devem orientar-se, também, por essa compreensão de conhecimento, pois a ciência, a técnica e a tecnologia são frutos do trabalho e produtos da prática social. Participam, portanto, dos saberes das disciplinas escolares.

Os estudos sobre a história da produção do conhecimento, seus métodos e determinantes políticos, econômicos, sociais e ideológicos, relacionados com a história das disciplinas escolares e as teorias da aprendizagem, possibilitam uma fundamentação para o professor em discussões curriculares mais aprofundadas e alteram sua prática pedagógica.

Nessa práxis, os professores participam ativamente da constante construção curricular e se fundamentam para organizar o trabalho pedagógico a partir dos conteúdos estruturantes de sua disciplina.

Entende-se por conteúdos estruturantes os conhecimentos de grande amplitude, conceitos, teorias ou práticas, que identificam e organizam os campos de estudos de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo/ensino. Esses conteúdos são selecionados a partir de uma análise histórica da ciência de referência (quando for o caso) e da disciplina escolar, sendo trazidos para a escola para serem socializados, apropriados pelos alunos, por meio das metodologias críticas de ensino-aprendizagem.

Por serem históricos, os conteúdos estruturantes são frutos de uma construção que tem sentido social como conhecimento, ou seja, existe uma porção de conhecimento que é produto da cultura e que deve ser disponibilizado como conteúdo, ao estudante, para que seja apropriado, dominado e usado. Esse é o conhecimento instituído. Além desse saber instituído, pronto, entretanto, deve existir, no processo de ensino/aprendizagem, uma preocupação com o devir do conhecimento, ou seja, existem fenômenos e relações que a inteligência humana ainda não explorou na natureza. Portanto, de posse de alguns conhecimentos herdados culturalmente, o sujeito deve entender que isso não é todo o conhecimento possível que a inteligência tem e é capaz de ter do mundo, e que existe uma consciência, uma necessidade intrínseca e natural de continuar explorando o “não saber” (CHAUÍ, 1997), a natureza (VASQUEZ, 1997).

Como seleção, tais conteúdos carregam uma marca política, são datados e interessados e, nesse sentido, alguns saberes disciplinares, considerados importantes no passado, podem estar, aqui, excluídos do campo de estudos da disciplina. Outros conteúdos estruturantes, ainda que mais recorrentes na história da disciplina, têm, nestas diretrizes, sua abordagem teórica reelaborada em função das transformações sociais, políticas, econômicas e culturais ocorridas recentemente.

Ao vincular o conceito de conteúdo estruturante tanto a uma análise histórica quanto a uma opção política, considera-se que



O envelhecimento do conteúdo e a evolução de paradigmas na criação de saberes implica a seleção de elementos dessas áreas relativos à estrutura do saber, nos métodos de investigação, nas técnicas de trabalho, para continuar aprendendo e em diferentes linguagens. O conteúdo relevante de uma matéria é composto dos aspectos mais estáveis da mesma e daquelas capacidades necessárias para continuar tendo acesso e renovar o conhecimento adquirido (SACRISTÁN, 2000, p. 152-153).

Então, o conhecimento que identifica uma ciência e uma disciplina escolar é histórico, não é estanque, nem está cristalizado, o que caracteriza a natureza dinâmica e processual de todo e qualquer currículo.

Assim, nessas diretrizes, reconhece-se que, além de seus conteúdos “mais estáveis”, as disciplinas escolares incorporam e atualizam conteúdos decorrentes do movimento das relações de produção e dominação que determinam relações sociais, geram pesquisas científicas e trazem para o debate questões políticas e filosóficas emergentes.

Tais conteúdos, nas últimas décadas, vinculam-se tanto à diversidade étnico-cultural⁶ quanto aos problemas sociais contemporâneos⁷ e têm sido incorporados ao currículo escolar como temas que transversam as disciplinas, impostos a todas elas de forma artificial e arbitrária.

Em contraposição a essa perspectiva, nestas diretrizes, propõe-se que esses temas sejam abordados pelas disciplinas que lhes são afins, de forma contextualizada, articulados com os respectivos objetos de estudo dessas disciplinas e sob o rigor de seus referenciais teórico-conceituais.

Nessa concepção de currículo, as disciplinas da Educação Básica terão, em seus conteúdos estruturantes, os campos de estudo que as identificam como conhecimento histórico. Dos conteúdos estruturantes organizam-se os conteúdos básicos a serem trabalhados por série, compostos tanto pelos assuntos mais estáveis e permanentes da disciplina quanto pelos que se apresentam em função do movimento histórico e das atuais relações sociais. Esses conteúdos, articulados entre si e fundamentados nas respectivas orientações teórico-metodológicas, farão parte da proposta pedagógica curricular das escolas.

A partir da proposta pedagógica curricular, o professor elaborará seu plano de trabalho docente, documento de autoria, vinculado à realidade e às necessidades de suas diferentes turmas e escolas de atuação. No plano, se explicitarão os conteúdos específicos a serem trabalhados nos bimestres, trimestres ou semestres letivos, bem como as especificações metodológicas que fundamentam a relação

⁶ Nesse aspecto destaca-se a necessidade do trabalho pedagógico com a história da cultura afro-brasileira, africana e indígena, conforme preconizam as leis 10.639/03 e 11.645/08.

⁷ Dentre os problemas sociais contemporâneos estão a questão ambiental, a necessidade do enfrentamento a violência, os problemas relacionados à sexualidade e à drogadição.

ensino/aprendizagem, além dos critérios e instrumentos que objetivam a avaliação no cotidiano escolar.

3.2 A INTERDISCIPLINARIDADE

Anunciar a opção político-pedagógica por um currículo organizado em disciplinas que devem dialogar numa perspectiva interdisciplinar requer que se explicita qual concepção de interdisciplinaridade e de contextualização o fundamenta, pois esses conceitos transitam pelas diferentes matrizes curriculares, das conservadoras às críticas, há muitas décadas.

Nestas diretrizes, as disciplinas escolares são entendidas como campos do conhecimento, identificam-se pelos respectivos conteúdos estruturantes e por seus quadros teóricos conceituais. Considerando esse constructo teórico, as disciplinas são o pressuposto para a interdisciplinaridade. A partir das disciplinas, as relações interdisciplinares se estabelecem quando:

- conceitos, teorias ou práticas de uma disciplina são chamados à discussão e auxiliam a compreensão de um recorte de conteúdo qualquer de outra disciplina;
- ao tratar do objeto de estudo de uma disciplina, buscam-se nos quadros conceituais de outras disciplinas referenciais teóricos que possibilitem uma abordagem mais abrangente desse objeto.

Desta perspectiva, estabelecer relações interdisciplinares não é uma tarefa que se reduz a uma readequação metodológica curricular, como foi entendido, no passado, pela pedagogia dos projetos. A interdisciplinaridade é uma questão epistemológica e está na abordagem teórica e conceitual dada ao conteúdo em estudo, concretizando-se na articulação das disciplinas cujos conceitos, teorias e práticas enriquecem a compreensão desse conteúdo.

No ensino dos conteúdos escolares, as relações interdisciplinares evidenciam, por um lado, as limitações e as insuficiências das disciplinas em suas abordagens isoladas e individuais e, por outro, as especificidades próprias de cada disciplina para a compreensão de um objeto qualquer. Desse modo, explicita-se que as disciplinas escolares não são herméticas, fechadas em si, mas, a partir de suas especialidades, chamam umas às outras e, em conjunto, ampliam a abordagem dos conteúdos de modo que se busque, cada vez mais, a totalidade, numa prática pedagógica que leve em conta as dimensões científica, filosófica e artística do conhecimento.

Tal pressuposto descarta uma interdisciplinaridade radical ou uma antidisciplinaridade⁸, fundamento das correntes teóricas curriculares denominadas pós-modernas.

⁸ A ideia de antidisciplinaridade é fruto das discussões teóricas de alguns estudos culturais educacionais. Tais estudos constituem um novo campo do saber que, entre outras características, propõe refletir sobre a "extensão das noções de educação, pedagogia e currículo para além dos muros da escola; a desnaturalização de teorias e disciplinas instaladas no aparato escolar; a visibilidade de dispositivos disciplinares na escola e fora dela; a ampliação e complexificação das discussões sobre identidade e diferença e sobre



3.3 A CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-HISTÓRICA

A interdisciplinaridade está relacionada ao conceito de contextualização sócio-histórica como princípio integrador do currículo. Isto porque ambas propõem uma articulação que vá além dos limites cognitivos próprios das disciplinas escolares, sem, no entanto, recair no relativismo epistemológico. Ao contrário, elas reforçam essas disciplinas ao se fundamentarem em aproximações conceituais coerentes e nos contextos sócio-históricos, possibilitando as condições de existência e constituição dos objetos dos conhecimentos disciplinares.

De acordo com Ramos [p. 01, 2004?],

Sob algumas abordagens, a contextualização, na pedagogia, é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena de vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito. Tal enraizamento seria possível por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas nas quais os significados se originam, ou seja, na trama de relações em que a realidade é tecida.

Essa argumentação chama a atenção para a importância da práxis no processo pedagógico, o que contribui para que o conhecimento ganhe significado para o aluno, de forma que aquilo que lhe parece sem sentido seja problematizado e apreendido.

É preciso, porém, que o professor tenha cuidado para não empobrecer a construção do conhecimento em nome de uma prática de contextualização. Reduzir a abordagem pedagógica aos limites da vivência do aluno compromete o desenvolvimento de sua capacidade crítica de compreensão da abrangência dos fatos e fenômenos. Daí a argumentação de que o contexto seja apenas o ponto de partida⁹ da abordagem pedagógica, cujos passos seguintes permitam o desenvolvimento do pensamento abstrato e da sistematização do conhecimento.

Ainda de acordo com Ramos [p. 02, 2004?],

O processo de ensino-aprendizagem contextualizado é um importante meio de estimular a curiosidade e fortalecer a confiança do aluno. Por outro lado, sua importância está condicionada à possibilidade de [...] ter consciência sobre seus modelos de explicação e compreensão da realidade, reconhecê-los como equivocados ou limitados a determinados contextos, enfrentar o questionamento, colocá-los em cheque num processo de desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros.

processos de subjetivação. Sobretudo tais análises têm chamado a atenção para novos temas, problemas e questões que passam a ser objeto de discussão no currículo e na pedagogia” (COSTA, 2005, p. 114). Assim, a ideia de antidiisciplinaridade fundamenta-se numa epistemologia e numa concepção política educacional que se contrapõe à defendida nestas diretrizes curriculares.

⁹ RAMOS, M. (s/d) “Quando se parte do contexto de vivência do aluno, é preciso enfrentar as concepções prévias que eles trazem e que, mesmo consideradas como conhecimento tácito, podem estar no plano do senso comum, constituído por representações equivocadas ou limitadas para a compreensão e a explicação da realidade”.

Com isso, é preciso ter claro que esse processo de ensino fundamenta-se em uma cognição situada, ou seja, as ideias prévias dos estudantes e dos professores, advindas do contexto de suas experiências e de seus valores culturais, devem ser reestruturadas e sistematizadas a partir das ideias ou dos conceitos que estruturam as disciplinas de referência.

De um ponto de vista sócio-histórico da noção de contextualização, deve-se considerar que o confronto entre os contextos sócio-históricos, construído ao longo de uma investigação, é um procedimento metodológico das ciências de referência e das disciplinas escolares.

A simples comparação entre contextos sócio-históricos, porém, promove juízos de valor sobre as diferentes temporalidades, além do anacronismo, quando elementos de uma dada época são transportados automaticamente para outro período histórico. O presentismo¹⁰, por exemplo, é a forma mais comum do anacronismo.

Para evitar o anacronismo, é necessária uma sólida compreensão dos conceitos de tempo e de espaço, muito caros ao entendimento do processo sócio-histórico de constituição das dimensões filosófica, científica e artística de todas as disciplinas escolares.

Assim, é importante que os professores tenham claro que o método fundamental, no confronto entre contextos sócio-históricos, é a *distinção temporal* entre as experiências do passado e as experiências do presente. Tal distinção é realizada por meio dos conceitos e saberes que estruturam historicamente as disciplinas – os conteúdos estruturantes. Esse método também considera outros procedimentos, além das relações de temporalidade, tais como a contextualização social e a contextualização por meio da linguagem.

A contextualização social expõe uma tensão teórica fundamental: o significado de contextualização para as teorias funcionalista¹¹ e estruturalista¹² em oposição a esse significado para as teorias críticas.

Das perspectivas funcionalista e estruturalista, a sociedade apresenta-se com estruturas políticas, econômicas, culturais, sociais permanentes. Para essas concepções, a contextualização tem como finalidade explicar o comportamento social dos indivíduos ou dos grupos conforme a normatização de uma estrutura pré-existente, cabendo à educação adaptar os indivíduos a essas estruturas. Na História da Educação Brasileira, por muito tempo, essas concepções foram aceitas, mas passaram a ser questionadas por apresentarem limites na formação dos indivíduos.

¹⁰ Na compreensão presentista, o historiador analisa o passado a partir do ponto de vista do presente. O Presentismo considera que o historiador é influenciado pela cultura, valores e referências do tempo em que vive sendo, portando, relativo todo o conhecimento produzido sobre o passado.

¹¹ Cf. Durkheim, E. As regras do método sociológico. 14 ed. São Paulo: Editora Nacional 1990. Para o funcionalismo os indivíduos têm funções sociais definidas a desempenhar, de acordo com o grupo social a que pertencem.

¹² Cf. Levi Strauss, C. Antropologia Estrutural I e II. trad. Sonia Wolosker, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1976. Para o estruturalismo, as sociedades são organizadas de acordo com estruturas já existentes que definem os papéis sociais, políticos, culturais e econômicos de cada um, cabendo aos indivíduos apenas se adaptarem a essa estrutura dada.



Para as teorias críticas, nas quais estas diretrizes se fundamentam, o conceito de contextualização propicia a formação de sujeitos históricos – alunos e professores – que, ao se apropriarem do conhecimento, compreendem que as estruturas sociais são históricas, contraditórias e abertas. É na abordagem dos conteúdos e na escolha dos métodos de ensino advindo das disciplinas curriculares que as inconsistências e as contradições presentes nas estruturas sociais são compreendidas. Essa compreensão se dá num processo de luta política em que estes sujeitos constroem sentidos múltiplos em relação a um objeto, a um acontecimento, a um significado ou a um fenômeno. Assim, podem fazer escolhas e agir em favor de mudanças nas estruturas sociais.

É nesse processo de luta política que os sujeitos em contexto de escolarização definem os seus conceitos, valores e convicções advindos das classes sociais e das estruturas político-culturais em confronto. As propostas curriculares e conteúdos escolares estão intimamente organizados a partir desse processo, ao serem fundamentados por conceitos que dialogam disciplinarmente com as experiências e saberes sociais de uma comunidade historicamente situada.

A contextualização na linguagem é um elemento constitutivo da contextualização sócio-histórica e, nestas diretrizes, vem marcada por uma concepção teórica fundamentada em Mikhail Bakhtin. Para ele, o contexto sócio-histórico estrutura o interior do diálogo da corrente da comunicação verbal entre os sujeitos históricos e os objetos do conhecimento. Trata-se de um dialogismo que se articula à construção dos acontecimentos e das estruturas sociais, construindo a linguagem de uma comunidade historicamente situada. Nesse sentido, as ações dos sujeitos históricos produzem linguagens que podem levar à compreensão dos confrontos entre conceitos e valores de uma sociedade.

Essas ideias relativas à contextualização sócio-histórica vão ao encontro da afirmação de Ivor Goodson de que o currículo é um artefato construído socialmente e que nele o conhecimento pode ser prático, pedagógico e “relacionado com um processo ativo” desde que contextualizado de maneira dialética a uma “construção teórica mais geral” (GOODSON, 1995, p. 95).

Assim, para o currículo da Educação Básica, *contexto* não é apenas o entorno contemporâneo e espacial de um objeto ou fato, mas é um elemento fundamental das estruturas sócio-históricas, marcadas por métodos que fazem uso, necessariamente, de conceitos teóricos precisos e claros, voltados à abordagem das experiências sociais dos sujeitos históricos produtores do conhecimento.

4 AVALIAÇÃO

No processo educativo, a avaliação deve se fazer presente, tanto como meio de diagnóstico do processo ensino-aprendizagem quanto como instrumento de investigação da prática pedagógica. Assim a avaliação assume uma dimensão formadora, uma vez que, o fim desse processo é a aprendizagem, ou a verificação dela, mas também permitir que haja uma reflexão sobre a ação da prática pedagógica.

Para cumprir essa função, a avaliação deve possibilitar o trabalho com o novo, numa dimensão criadora e criativa que envolva o ensino e a aprendizagem. Desta forma, se estabelecerá o verdadeiro sentido da avaliação: acompanhar o desempenho no presente, orientar as possibilidades de desempenho futuro e mudar as práticas insuficientes, apontando novos caminhos para superar problemas e fazer emergir novas práticas educativas (LIMA, 2002).

No cotidiano escolar, a avaliação é parte do trabalho dos professores. Tem por objetivo proporcionar-lhes subsídios para as decisões a serem tomadas a respeito do processo educativo que envolve professor e aluno no acesso ao conhecimento.

É importante ressaltar que a avaliação se concretiza de acordo com o que se estabelece nos documentos escolares como o Projeto Político Pedagógico e, mais especificamente, a Proposta Pedagógica Curricular e o Plano de Trabalho Docente, documentos necessariamente fundamentados nas Diretrizes Curriculares.

Esse projeto e sua realização explicitam, assim, a concepção de escola e de sociedade com que se trabalha e indicam que sujeitos se quer formar para a sociedade que se quer construir.

Nestas Diretrizes Curriculares para a Educação Básica, propõe-se formar sujeitos que construam sentidos para o mundo, que compreendam criticamente o contexto social e histórico de que são frutos e que, pelo acesso ao conhecimento, sejam capazes de uma inserção cidadã e transformadora na sociedade.

A avaliação, nesta perspectiva, visa contribuir para a compreensão das dificuldades de aprendizagem dos alunos, com vistas às mudanças necessárias para que essa aprendizagem se concretize e a escola se faça mais próxima da comunidade, da sociedade como um todo, no atual contexto histórico e no espaço onde os alunos estão inseridos.

Não há sentido em processos avaliativos que apenas constatarem o que o aluno aprendeu ou não aprendeu e o fazem refém dessas constatações, tomadas como sentenças definitivas. Se a proposição curricular visa à formação de sujeitos que se apropriam do conhecimento para compreender as relações humanas em suas contradições e conflitos, então a ação pedagógica que se realiza em sala de aula precisa contribuir para essa formação.



Para concretizar esse objetivo, a avaliação escolar deve constituir um projeto de futuro social, pela intervenção da experiência do passado e compreensão do presente, num esforço coletivo a serviço da ação pedagógica, em movimentos na direção da aprendizagem do aluno, da qualificação do professor e da escola.

Nas salas de aula, o professor é quem compreende a avaliação e a executa como um projeto intencional e planejado, que deve contemplar a expressão de conhecimento do aluno como referência uma aprendizagem continuada.

No cotidiano das aulas, isso significa que:

- é importante a compreensão de que uma atividade de avaliação situa-se entre a intenção e o resultado e que não se diferencia da atividade de ensino, porque ambas têm o intuito de ensinar;
- no Plano de Trabalho Docente, ao definir os conteúdos específicos trabalhados naquele período de tempo, já se definem os critérios, estratégias e instrumentos de avaliação, para que professor e alunos conheçam os avanços e as dificuldades, tendo em vista a reorganização do trabalho docente;
- os critérios de avaliação devem ser definidos pela intenção que orienta o ensino e explicitar os propósitos e a dimensão do que se avalia. Assim, os critérios são um elemento de grande importância no processo avaliativo, pois articulam todas as etapas da ação pedagógica;
- os enunciados de atividades avaliativas devem ser claros e objetivos. Uma resposta insatisfatória, em muitos casos, não revela, em princípio, que o estudante não aprendeu o conteúdo, mas simplesmente que ele não entendeu o que lhe foi perguntado. Nesta circunstância, o difícil não é desempenhar a tarefa solicitada, mas sim compreender o que se pede;
- os instrumentos de avaliação devem ser pensados e definidos de acordo com as possibilidades teórico-metodológicas que oferecem para avaliar os critérios estabelecidos. Por exemplo, para avaliar a capacidade e a qualidade argumentativa, a realização de um debate ou a produção de um texto serão mais adequados do que uma prova objetiva;
- a utilização repetida e exclusiva de um mesmo tipo de instrumento de avaliação reduz a possibilidade de observar os diversos processos cognitivos dos alunos, tais como: memorização, observação, percepção, descrição, argumentação, análise crítica, interpretação, criatividade, formulação de hipóteses, entre outros;
- uma atividade avaliativa representa, tão somente, um determinado momento e não todo processo de ensino-aprendizagem;
- a recuperação de estudos deve acontecer a partir de uma lógica simples: os conteúdos selecionados para o ensino são importantes para a formação do

aluno, então, é preciso investir em todas as estratégias e recursos possíveis para que ele aprenda. A recuperação é justamente isso: o esforço de retomar, de voltar ao conteúdo, de modificar os encaminhamentos metodológicos, para assegurar a possibilidade de aprendizagem. Nesse sentido, a recuperação da nota é simples decorrência da recuperação de conteúdo.

Assim, a avaliação do processo ensino-aprendizagem, entendida como questão metodológica, de responsabilidade do professor, é determinada pela perspectiva de investigar para intervir. A seleção de conteúdos, os encaminhamentos metodológicos e a clareza dos critérios de avaliação elucidam a intencionalidade do ensino, enquanto a diversidade de instrumentos e técnicas de avaliação possibilita aos estudantes variadas oportunidades e maneiras de expressar seu conhecimento. Ao professor, cabe acompanhar a aprendizagem dos seus alunos e o desenvolvimento dos processos cognitivos.

Por fim, destaca-se que a concepção de avaliação que permeia o currículo não pode ser uma escolha solitária do professor. A discussão sobre a avaliação deve envolver o coletivo da escola, para que todos (direção, equipe pedagógica, pais, alunos) assumam seus papéis e se concretize um trabalho pedagógico relevante para a formação dos alunos.

5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.

BAKHTIN, M. (Volochinov). **Marxismo e filosofia da linguagem**. 12^a ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL/MEC. Decreto N° 2.208, de 17 de abril de 1997. In: BRASIL/MEC. **Educação Profissional de nível técnico**. Brasília: MEC, 2000.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2003.

CIAVATA, M. e FRIGOTTO, G. (Orgs) **Ensino médio: ciência cultura e trabalho**, Brasília: MEC, SEMTEC, 2004.



COSTA, M. V. Estudos culturais e educação: um panorama. *In*: SILVEIRA, R. M. H. (Org.) **Cultura poder e educação**. Porto Alegre: Hulbra, 2005.

DURKHEIM, E. **As regras do método sociológico**. 14 ed. São Paulo: Editora Nacional, 1990.

FRIGOTTO, G. Sujeitos e conhecimento: os sentidos do ensino médio. *In* FRIGOTTO, G. e CIAVATTA, M. **Ensino Médio: ciência, cultura e trabalho**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2004.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8ª ed. São Paulo: Ática, 2004.

GOODSON, I. **Teoria do currículo**. São Paulo: Cortez, 1995.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

KUENZER, A. **Ensino médio e profissional**. São Paulo: Cortez, 1999.

LEVI STRAUSS, C. **Antropologia estrutural I e II**. trad. Sonia Wolosker, Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1976.

LIMA, E. S. **Avaliação na escola**. São Paulo: Sobradinho 107, 2002.

LOPES, A. C. Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: quando a integração perde seu potencial crítico. *In* LOPES, A. C. e MACEDO, E. (orgs.) **Disciplinas e integração curricular**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

LOPES & MACEDO (Orgs.) A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. *In*: **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: D P & A Editora, 2002.

MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

MÈSZÁROS, I. A educação para além do capital. *In*: **O desafio e o fardo do tempo histórico: o socialismo no século XXI**. São Paulo: Boitempo, 2007, p. 195-224.

NOSELLA, P. **A escola de Gramsci**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

PEIXOTO, M. I. H. **Arte e grande público**: a distância a ser extinta. Campinas: Autores Associados, 2003.

RAMOS, M. N. O Projeto Unitário do Ensino Médio sob os princípios do trabalho, da ciência e da cultura. *In*: FRIGOTTO, G. e CIAVATTA, M. **Ensino médio ciência, cultura e trabalho**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2004.

RAMOS, M. N. **A contextualização no currículo de ensino médio**: a necessidade da crítica na construção do saber científico. Mimeo, 2004?

SACRISTÁN, J. G. **A educação obrigatória**: seu sentido educativo e social. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. Trad. Ernani F. da F. Rosa, Porto Alegre: Artmed, 2000.

VAZQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

REFERÊNCIAS ON LINE

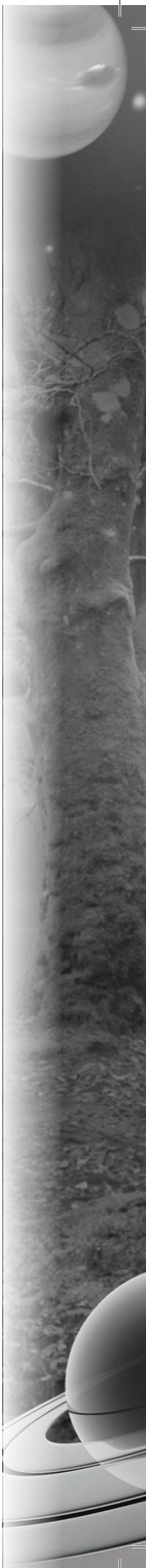
ZOTTI, S. A. **Currículo**. *In*: Navegando na história da educação brasileira. Disponível em: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_curriculo.htm. Acesso em 25 de outubro de 2008.



DIRETRIZES CURRICULARES DE CIÊNCIAS

(...) não há como não repetir que ensinar não é a pura transferência mecânica do perfil do conteúdo que o professor faz ao aluno, passivo e dócil. Como não há também como não repetir que, partir do saber que os educandos tenham não significa ficar girando em torno deste saber. Partir significa pôr-se a caminho, ir-se, deslocar-se de um ponto a outro (...)

Paulo Freire, *Pedagogia da Esperança*, p. 70.



INTRODUÇÃO

Estas Diretrizes Curriculares foram construídas com base na história e filosofia da ciência, na história da disciplina e estabelecem novos rumos para o ensino de Ciências na Rede Pública do Estado do Paraná. Considerando-se que o quadro conceitual da disciplina de Ciências é composto por referências da Biologia, da Física, da Química, da Geologia, da Astronomia, entre outras (MACEDO e LOPES, 2002), este documento pressupõe uma perspectiva pedagógica de integração conceitual.

O estabelecimento de uma nova identidade para a disciplina de Ciências requer repensar: os fundamentos teórico-metodológicos que sustentam o processo ensino-aprendizagem; a reorganização dos conteúdos científicos escolares¹ a partir da história da ciência e da tradição escolar; os encaminhamentos metodológicos e a utilização de abordagens, estratégias e recursos pedagógicos/tecnológicos; os pressupostos e indicativos para a avaliação formativa.

Essas reflexões têm como ponto de partida o fato da ciência não utilizar um único método para todas as suas especialidades, o que gera, para o ensino de Ciências, a necessidade de um pluralismo metodológico que considere a diversidade de abordagens, estratégias e recursos pedagógicos/tecnológicos e a amplitude de conhecimentos científicos a serem abordados na escola.

1 DIMENSÃO HISTÓRICA DA DISCIPLINA

1.1 SOBRE O OBJETO DE ESTUDO

A disciplina de Ciências tem como objeto de estudo o *conhecimento científico* que resulta da investigação da *Natureza*. Do ponto de vista científico, entende-se por *Natureza* o conjunto de elementos integradores que constitui o Universo em toda sua complexidade. Ao ser humano cabe interpretar racionalmente os fenômenos observados na *Natureza*, resultantes das relações entre elementos fundamentais como tempo, espaço, matéria, movimento, força, campo, energia e vida.

A *Natureza* legitima, então, o objeto de estudo das ciências naturais e da disciplina de Ciências. De acordo com Lopes (2007), denominar uma determinada ciência de natural é uma maneira de enunciar tal forma de legitimação.

Chauí (2005) corrobora tal afirmação ao lembrar que no século XIX, sob influência dos filósofos franceses e alemães, dividiu-se o conhecimento científico a partir de critérios como: tipo de objeto estudado, tipo de método empregado

¹ Entende-se por conteúdos científicos escolares os conhecimentos científicos originados na pesquisa científica mediados para a escola (LOPES, 1999).

e tipo de resultado obtido. Assim, as chamadas ciências naturais passaram a ser tomadas como um saber distinto das ciências matemáticas, das ciências sociais e das ciências aplicadas, bem como dos conhecimentos filosóficos, artísticos e do saber cotidiano.

As relações entre os seres humanos com os demais seres vivos e com a *Natureza* ocorrem pela busca de condições favoráveis de sobrevivência. Contudo, a interferência do ser humano sobre a *Natureza* possibilita incorporar experiências, técnicas, conhecimentos e valores produzidos na coletividade e transmitidos culturalmente. Sendo assim, a cultura, o trabalho e o processo educacional asseguram a elaboração e a circulação do conhecimento, estabelecem novas formas de pensar, de dominar a *Natureza*, de compreendê-la e se apropriar dos seus recursos. No entanto,

O método científico que levou à dominação cada vez mais eficaz da **natureza** passou assim a fornecer tanto os conceitos puros, como os instrumentos para a dominação cada vez mais eficaz do homem pelo próprio homem através da dominação da **natureza** [...]. Hoje a dominação se perpetua e se estende não apenas através da tecnologia, mas enquanto tecnologia, e esta garante a formidável legitimação do poder político em expansão que absorve todas as esferas da cultura (HABERMAS, 1980, p. 305).

Diante disso, a história e a filosofia da ciência mostram que a sistematização do conhecimento científico evoluiu pela observação de regularidades percebidas na Natureza, o que permitiu sua apropriação por meio da compreensão dos fenômenos que nela ocorrem. Tal conhecimento proporciona ao ser humano uma cultura científica com repercussões sociais, econômicas, éticas e políticas.

1.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO CONCEITO DE CIÊNCIA

A ciência é uma atividade humana complexa, histórica e coletivamente construída, que influencia e sofre influências de questões sociais, tecnológicas, culturais, éticas e políticas (KNELLER, 1980; ANDERY et al., 1998).

Uma opção para conceituar ciência é considerá-la

[...] um conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos, etc, visando ao conhecimento de uma parcela da realidade, em contínua ampliação e renovação, que resulta da aplicação deliberada de uma metodologia especial (metodologia científica) (FREIRE-MAIA, 2000, p. 24).

A ciência não revela a verdade, mas propõe *modelos explicativos* construídos a partir da aplicabilidade de método(s) científico(s). De acordo com Kneller (1980) e Fourez (1995), modelos científicos são construções humanas que permitem



interpretações a respeito de fenômenos resultantes das relações entre os elementos fundamentais que compõem a *Natureza*. Muitas vezes esses modelos são utilizados como paradigmas, leis e teorias.

Diante da complexidade dos fenômenos naturais, os modelos são incapazes de uma descrição de sua universalidade, tendo em vista “que é impossível, mesmo ao mais completo cientista, dominar todo o conhecimento no âmbito de uma única especialidade” (MENEZES, 2000, p.51).

Nesse sentido, refletir sobre a ciência implica em considerá-la como uma construção coletiva produzida por grupos de pesquisadores e instituições num determinado contexto histórico, num cenário sócio-econômico, tecnológico, cultural, religioso, ético e político, evitando creditar seus resultados a supostos “cientistas geniais”. “[...] para concretizar este discurso sobre a ciência [...] é necessário e imprescindível determiná-la no tempo e no contexto das realizações humanas, que também são historicamente determinadas” (RAMOS, 2003, p.16).

Por isso, conceituar ciência exige cuidado epistemológico, pois para conhecer a real natureza da ciência faz-se necessário investigar a história da construção do conhecimento científico (KNELLER, 1980).

1.3 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A historicidade da ciência está ligada não somente ao conhecimento científico, mas também às técnicas pelas quais esse conhecimento é produzido, as tradições de pesquisa que o produzem e as instituições que as apóiam (KNELLER, 1980). Nesses termos, analisar o passado da ciência e daqueles que a construíram, significa identificar as diferentes formas de pensar sobre a *Natureza*, interpretá-la e compreendê-la, nos diversos momentos históricos.

Entretanto, diante da impossibilidade de compor uma análise totalmente abrangente a respeito da história da ciência optou-se, nestas diretrizes, por um recorte epistemológico dessa história que, de acordo com Ramos (2003), permite refletir sobre a gênese, o desenvolvimento, a articulação e a estruturação do conhecimento científico.

Dentre os epistemólogos contemporâneos, Gaston Bachelard (1884-1962) contribuiu de forma significativa com reflexões voltadas à produção do conhecimento científico, apontando caminhos para a compreensão de que, na ciência, rompe-se com modelos científicos anteriormente aceitos como explicações para determinados fenômenos da natureza. Para esse autor existem três grandes períodos do desenvolvimento do conhecimento científico:

- primeiro período, que representa o **estado pré-científico**, compreenderia tanto a Antigüidade clássica quanto os séculos de renascimento e de novas buscas, como os séculos XVI, XVII e até XVIII.
- segundo período, que representa o **estado científico**, em preparação no fim do século XVIII,

se estenderia por todo o século XIX e início do século XX. Em terceiro lugar, consideraríamos o ano de 1905 como o início da era do **novo espírito científico**, momento em que a Relatividade de Einstein deforma conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre (BACHELARD, 1996, p. 09).

Alguns exemplos que demonstram o aspecto descontínuo da validade dos modelos científicos são: a superação do modelo geocêntrico pelo heliocêntrico; a substituição do modelo organicista pelo modelo dos sistemas para explicação das funções do corpo humano; a superação das ideias de criação pela teoria da evolução; a refutação da teoria do calórico pelas noções de energia; a detecção da inexistência do éter² e a afirmação da constituição e conservação da matéria; a dualidade onda-partícula da luz e do elétron; a transição da mecânica newtoniana para a relativística e muitos outros.

1.3.1 Estado pré-científico

O pensamento pré-científico representa, segundo Bachelard (1996), um período marcado pela construção racional e empírica do conhecimento científico.

Este estado representa a busca da superação das explicações míticas, com base em sucessivas observações empíricas e descrições técnicas de fenômenos da natureza, além de intenso registro dos conhecimentos científicos desde a Antiguidade até fins do século XVIII. Dentre inúmeras publicações *Corpus Aristotelicum*, de Aristóteles; *Almagesto*, de Ptolomeu (1515); *De Humani Corporis Fabrica*, de Vesálius (1543); *Systema Naturae*, de Lineu (1735); podem representar este período, em que se registrava o conhecimento científico em grandes obras que o divulgava.

Essas publicações representam a busca por superação dos modelos explicativos produzidos sob a influência do pensamento mítico e teológico. Muitas civilizações, ao longo do tempo, criaram mitos e divindades como estratégias para explicar fenômenos da *Natureza*. Tais relatos simbólicos tentavam explicar a origem da *Natureza* mais do que contar a realidade dos fatos (FREIRE-MAIA, 2000). Com o pensamento mítico, o ser humano se preocupava com a divindade dos acontecimentos e não com as causas desses fenômenos. Pelo mito e pelas divindades o ser humano expressava o entendimento do mundo natural sob o ponto de vista “de um mundo divino operando no mundo da natureza” (RONAN, 1997a, p.14).

² O quinto elemento de Aristóteles, o Éter representava um meio constituinte da matéria supralunar, isto é, tudo que é etéreo, perfeito, imutável, “divino”.



Outra possibilidade de explicação do mundo ocorreu a partir da proposição de modelos científicos que valorizavam a observação das regularidades dos fenômenos da *Natureza* para compreendê-los por meio da razão, em contraposição à simples crença. Entretanto, esses modelos encontravam-se disseminados em meio a crenças essenciais da magia e a *Natureza* era entendida sob o ponto de vista animista³. Nesse sentido

A magia foi um modo legítimo de expressar uma síntese do mundo natural e do seu relacionamento com o homem. (...) há alguma conexão entre o homem e o mundo que o cerca, algum entendimento primitivo de que, conhecido o procedimento correto, o homem pode controlar as forças da natureza e colocá-las a seu serviço. (...) A magia exprimiu o que, de um modo geral, era uma visão animista da natureza (RONAN, 1997a, p.12-13).

Modelo construído a partir de observações realizadas diretamente sobre os fenômenos da *Natureza* permitiram ao ser humano afastar-se do *mythos* e aproximar-se da *physis*. Com a tradição grega, especificamente com os filósofos jônicos⁴, a ocorrência desses fenômenos passou a ser entendida como um princípio único e dinamizador (elementos água, ar, terra e fogo) presente na *Natureza*, causa de todas as coisas que existem (REALE e ANTISERI, 2005).

Contrapondo-se à ideia animista, filósofos naturalistas explicavam a *Natureza* a partir de outro modelo ao atribuir à sua estrutura e constituição material porções imutáveis e indivisíveis, os **átomos** (RONAN, 1997a; ANDERY et al, 2004). Pelo modelo atomista, os átomos podem se mover e se combinar no espaço vazio e, assim, construir uma multiplicidade de sistemas maiores que, por sua vez, evoluem por meio de recombinações atômicas (PONCZEK, 2002).

Mesmo o pensamento atomista permanecendo como tradição, a ideia da constituição da matéria, a partir dos quatro elementos, continuou a ser referência entre os pensadores gregos. Aristóteles (século III a.C.), ao propor um modelo de Universo único, finito e eterno, composto por esferas que se dispunham em círculos concêntricos em relação à Terra, descrevendo movimentos circulares perfeitos, formulou as bases para o **modelo geocêntrico**. A explicação para a dinâmica do Universo, sistematizada por Aristóteles, pressupunha a existência de um quinto elemento da *Natureza*, o éter, constituinte da lua, dos planetas e das estrelas fixas; essas esferas consideradas superiores à esfera da Terra, referência imóvel e central (modelo geocêntrico).

Contemporâneos de Aristóteles, como por exemplo, Aristarco de Samos (século III a.C.), posicionavam-se com outras possibilidades de entendimento

³ Concepção segundo a qual a alma (sopro vital) regula todos os fenômenos da vida (RUSS, 1994, p. 14)

⁴ Filósofos pré-socráticos que viveram na região de Jônia, atual Turquia.

dos movimentos dos corpos celestes (RONAN, 1997a). Neste modelo, propunha-se o Sol como centro do Universo, regido por movimentos circulares (**modelo heliocêntrico**).

Depois de um longo período sob domínio do modelo geocêntrico, fortalecido por incursões matemáticas como as de Ptolomeu no século II d.C. e coerentes com as ideias de Aristóteles, retomou-se o modelo heliocêntrico, principalmente com os estudos de Nicolau Copérnico (1473-1543). Tais estudos fundamentavam-se num modelo matemático mais simples em relação ao de Ptolomeu e propunham o Sol como referência.

No entanto, para impor sua visão heliocêntrica como verdadeira, Copérnico precisaria não só mostrar que ela é útil e adequada, mas também que as leis da física só são compatíveis com essa teoria. Seria uma árdua tarefa que exigiria a substituição de toda a física aristotélica, trabalho que recairia sobre os ombros de Galileu e que só seria concluído por Newton (PONCZEK, 2002, p. 73).

Em meio a este contexto de superação do modelo geocêntrico, pensadores como Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650), Isaac Newton (1643-1727) e outros, deixaram contribuições importantes para o entendimento científico do modelo heliocêntrico. Este novo modelo rompia com toda a síntese da física aristotélica que fundamentava o modelo geocêntrico.

Outras tradições, além do modelo geocêntrico, provenientes das sistematizações dos pensadores gregos dizem respeito à descrição das partes anatômicas, ao modo indutivo de atribuir funções aos órgãos (**modelo organicista**) e à organização dos seres vivos presentes na *Natureza*. Tais tradições preocupavam-se em identificar e organizar os seres da Escala Natural⁵, privilegiando a sua perfeição e tendo como critérios a descrição das estruturas anatômicas e comportamentais.

Os critérios para identificação e organização permaneceram como base do sistema de classificação dos seres vivos até os séculos XVII e XVIII, quando a grande diversidade de espécies coletadas em diferentes regiões do planeta não permitia mais tal organização com base somente nesses critérios. Nesse sentido, os seres vivos passaram a ser vistos não mais como imutáveis e integrantes de uma natureza estática (**modelo fixista**), mas mutáveis, evolutivos, integrantes de uma natureza dinâmica (**modelo evolutivo**).

O pensamento grego também influenciou na descrição das funções dos órgãos do corpo humano (modelo organicista). Aristóteles, por exemplo, acreditava no coração como sendo o centro da consciência e no cérebro como o centro de

⁵ Escala Natural corresponde à classificação dos seres vivos com base num gradiente de perfeição entre coisas inanimadas, plantas, animais inferiores, humanos, anjos e seres espirituais (FUTUYMA, 1993).



refrigeração do sangue (RONAN, 1997a, p. 114). Esse modelo organicista passou a sofrer interferências das relações provenientes do período renascentista, onde os conhecimentos físicos sobre a mecânica passaram a ser utilizados como analogia ao funcionamento dos sistemas do organismo (**modelo mecanicista**). Tal modelo foi sistematizado pelos anatomistas do século XVI, entre eles, o médico William Harvey (1578-1657).

O modelo mecanicista, utilizado pela ciência até os dias atuais para explicar o funcionamento dos sistemas do organismo, superou o modelo organicista, pois comparava, por analogias, o corpo humano às máquinas. Por exemplo, a analogia do coração com uma bomba hidráulica e o funcionamento do sistema respiratório com a ideia de combustão.

Relacionado à ideia de combustão, partia-se do princípio que o ar era necessário para manter o “fogo da vida”. Posteriormente, dentre as novas idéias sobre o assunto, surgiu a do **flogisto** ou o “princípio do fogo”, que se relacionava a uma vasta gama de fenômenos dentre eles a combustão e a respiração.

As sistematizações de Lavoisier (1743-1794), no final do século XVIII, marcaram um importante momento para a ciência porque contribuíram para superar as ideias do flogisto que levaram a novas pesquisas científicas, culminando com a reorganização de toda nomenclatura à luz dos estudos voltados à nova teorização dos átomos e à química orgânica, no século XIX.

A alquimia, por sua vez, desde a Antiguidade, era uma prática que objetivava, principalmente, a transmutação dos metais e a busca pelo elixir da vida eterna, com a cura de todas as doenças (RONAN, 1997c). Outra interpretação da finalidade da alquimia relacionava-a com uma prática de investigação a respeito da constituição da matéria para dividir os compostos em elementos e estudar sua recombinação. Tal interpretação foi superada no século XVIII.

1.3.2 Estado científico

O século XIX foi, segundo Bachelard (1996), um período histórico marcado pelo estado científico, em que um único método científico é constituído para a compreensão da *Natureza*. Isto não significa que no período pré-científico os naturalistas não se utilizavam de métodos para a investigação da *Natureza*, porém, tal investigação reduzia-se ao uso de instrumentos e técnicas isolados.

O método científico, como estratégia de investigação, é constituído por procedimentos experimentais, levantamento e teste de hipóteses, axiomatização e síntese em leis ou teorias. Isso produz um conhecimento (científico) a respeito de um determinado recorte da realidade, o que rompe com a forma de construção e divulgação do conhecimento feita no período pré-científico.

No período do estado científico buscou-se a universalidade do método cartesiano de investigação dos fenômenos da *Natureza*, com maior divulgação

do conhecimento científico em obras caracterizadas por uma linguagem mais compreensível. Dentre as inúmeras publicações, destacam-se *Traité élémentaire de chimie* (1789), de Lavoisier; *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, de Charles Darwin (1859); obras que podem representar este período em que o conhecimento científico resultava da aplicação de um único método.

Por outro lado, obras como *Discurs de la méthode* (1637), de Descartes; *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* (1687), de Newton; publicadas no estado pré-científico, exerceram influências significativas no estado científico.

Modelos explicativos construídos e utilizados no período pré-científico foram questionados, pois no estado científico o mundo passa a ser entendido como mutável e o Universo como infinito. Novos estudos permitiram considerar a evolução das estrelas, as evidências de mudanças na crosta terrestre e a extinção de espécies, bem como a transformação da matéria e a conservação de energia.

Evidências evolutivas, apresentadas por naturalistas ainda no período pré-científico, contribuíram para o entendimento de que os seres vivos se transformavam com o passar do tempo geológico. Tais seres possuíam uma origem e passavam por um processo, desencadeado pela própria *Natureza*, que lhes propiciava mudanças adaptativas. Segundo Futuyma (1993), Charles Darwin valia-se de evidências evolutivas, consideradas como provas e suporte para a teoria da evolução das espécies: “o registro dos fósseis, a distribuição geográfica das espécies, a anatomia, a embriologia e a modificação de organismos domesticados” (FUTUYMA, 1993, p.6).

Dois outros trabalhos se destacaram durante o século XIX e modificaram a compreensão do funcionamento dos sistemas do organismo: a teoria da célula e os estudos sobre a geração espontânea da vida. Novas pesquisas permitiram o entendimento de uma unidade da qual se pudesse originar a imensa **diversidade de seres vivos**. A evolução tecnológica de microscópios com maior capacidade de resolução possibilitou observações mais detalhadas dos tecidos animais e vegetais, o que permitiu a proposição da teoria celular, pela qual todos os seres vivos são formados por células.

Com relação à geração espontânea, estudos levaram ao entendimento de que novos seres vivos não surgiam de matéria em decomposição, como acreditavam alguns naturalistas do período pré-científico, mas sim por geração a partir de ovos, como os resultados das investigações sobre insetos. Nesse momento histórico, a realização de mais experimentos e pesquisas possibilitou compreender que não era propriamente o ar que provocava o processo de putrefação, mas algo que estava presente nele e que poderia ser destruído pelo aquecimento.

Investigações sobre a geração espontânea associadas ao processo de putrefação foram retomadas por outros estudiosos, como Pasteur (1822-1895), que enfrentaram a difícil aceitação de que microorganismos se desenvolviam em



matéria não-viva e não eram advindos da geração espontânea, como se pensava. Algumas experiências, incluindo as de Pasteur, possibilitaram levantar hipóteses sobre a existência de microorganismos mais resistentes às altas temperaturas e sobre o contato com microorganismos provenientes do ar.

Além dos conhecimentos produzidos a partir das pesquisas sobre a constituição da matéria, desenvolveram-se estudos sobre a transformação e a conservação dessa matéria na *Natureza*. Tais estudos, associados aos conhecimentos relativos à **lei da conservação da energia**, contribuíram para o entendimento de que na *Natureza* ocorrem ciclos de energia, o que se contrapôs à ideia de criação e destruição e estabeleceu modelos de transformação da energia na *Natureza*. Os procedimentos de transformação e conservação, tanto de matéria quanto de energia, possibilitaram, então, a construção de modelos explicativos sobre a *Natureza*, que se aproximavam das investigações sobre o **fenômeno vida**, sob uma perspectiva mecanicista.

Nesse mesmo contexto, a mecânica clássica e o modelo “newtoniano-cartesiano” influenciaram fortemente o pensamento científico que se apropriou das “verdades” mecanicistas para explicar o funcionamento dos seres vivos, a dinâmica da *Natureza*, o movimento dos corpos celestes e os fenômenos ligados à gravitação.

Assim, os conhecimentos da Física eram tomados como referência de verdade para as demais ciências. Houve, então, uma tentativa de aplicar os princípios da mecânica newtoniana às ciências humanas e sociais, numa *apologia* à seguinte afirmação: “A Natureza e as leis da Natureza estavam ocultas na noite. Deus disse: Seja Newton! E tudo fez-se luz!” (PONCZEK, 2002, p. 128).

O período do estado científico foi marcado, também, por publicações de cunho científico não-literárias, com linguagem menos apropriada à divulgação, voltadas a uma elite intelectual que as acessava por meio dos cursos universitários.

1.3.3 Estado do novo espírito científico

Gaston Bachelard promoveu, com a publicação de suas obras, um deslocamento da noção de verdade instituída pela ciência clássica ao considerar o ano de 1905 e a Teoria da Relatividade como o início de um período em que valores absolutos da mecânica clássica a respeito do espaço, do tempo e da massa, perderam o caráter de verdade absoluta, revolucionando as ciências físicas e, por consequência, as demais ciências da natureza.

É possível selecionar alguns aspectos da ciência do século XX e traçar seu desenvolvimento (...). Os prodigiosos desenvolvimentos que se realizaram na biologia, cobrindo a fisiologia humana e animal, a hereditariedade e a evolução, e que também conduziram à nova disciplina da biologia molecular,

campo em que a física, a química e a teoria genética se uniram de um modo que é, sem dúvida, de maior significação (RONAN, 1997d, p.78).

O estado do novo espírito científico configura-se, também, como um período fortemente marcado pela aceleração da produção científica e a necessidade de divulgação, em que a tecnologia influenciou e sofreu influências dos avanços científicos. Segundo Sevcenko (2001), mais de oitenta por cento dos avanços científicos e inovações técnicas ocorreram nos últimos cem anos, destes, mais de dois terços após a Segunda Guerra Mundial. Ainda, cerca de setenta por cento de todos os cientistas, engenheiros, técnicos e pesquisadores formados desde o início do século XX ainda estão vivos, continuam a contribuir com pesquisas e produzir conhecimento científico.

Ressalta-se que, se o ensino de Ciências na atualidade representasse a superação dos estados pré-científicos e científicos, na mesma expressividade em que ocorre na atividade científica e tecnológica, o processo de produção do conhecimento científico seria mais bem vivenciado no âmbito escolar, possibilitando discussões acerca de como a ciência realmente funciona (DURANT, 2002).

1.4 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Segundo Marandino (2005), o processo de socialização do conhecimento científico caracteriza-se por grandes desafios e embates, principalmente no que se refere à polêmica estabelecida a respeito dos objetivos do ensino de Ciências. As necessidades de uma cultura científica a um público cada vez mais amplo, como instrumento de cidadania, se contrapõe ao perigo de que a divulgação científica possa assumir o papel de "manter o *status quo* daqueles envolvidos na produção do conhecimento, ou mesmo que a complexidade da ciência impossibilitaria seu domínio pelo público 'não-iniciado'" (MARANDINO, 2005, p. 162).

O ensino de Ciências, no Brasil, foi influenciado pelas relações de poder que se estabeleceram entre as instituições de produção científica, pelo papel reservado à educação na socialização desse conhecimento e no conflito de interesses entre antigas e recentes profissões, "frutos das novas relações de trabalho que se originaram nas sociedades contemporâneas, centradas na informação e no consumo" (MARANDINO, 2005, p. 162).

Os museus de história natural, juntamente com outras antigas instituições como as universidades e os institutos de pesquisa, contribuíram para a consolidação e institucionalização das ciências naturais no país ao longo do século XIX. O Museu Nacional do Rio de Janeiro e, depois, o conjunto dos museus brasileiros contribuíram tanto no que diz respeito à produção do conhecimento científico quanto no ensino de Ciências.



Esses *loci* institucionais, constituídos especificamente com o fim de armazenar coleções e permitir o desenvolvimento dos estudos taxonômicos e sistemáticos, testemunharam que não só existiu atividade científica no Brasil no século XIX, no âmbito das ciências naturais, como também a quantidade, a qualidade e a continuidade de suas manifestações superaram as expectativas (LOPES, 1997, p. 323).

Na Primeira República (1889-1930), as poucas instituições escolares que existiam nas cidades, frequentadas pelos filhos da elite, contratavam professores estrangeiros dedicados a ensinar conhecimento científico em caráter formativo. Aos filhos da classe trabalhadora, principalmente agricultores, era destinado um ensino em que os professores não tinham formação especializada, trabalhavam em várias escolas e ensinavam conhecimento científico sob caráter informativo (GHIRALDELLI JR., 1991).

Então, o mesmo conhecimento produzido pela pesquisa científica era organizado, selecionado e socializado de formas diferenciadas. Porém, a organização curricular em disciplinas tem sido prática hegemônica na história do currículo (MACEDO e LOPES, 2002).

Com relação à disciplina Ciências,

Desde os estudiosos de química e física do iluminismo, herdeiros dos filósofos que tentaram explicar os fenômenos naturais na Antiguidade, aos naturalistas que se ocupavam da descrição das maravilhas naturais do novo mundo, passando pelos pioneiros do campo da medicina, todos contribuíram no desenvolvimento de campos de saber que acabaram reunidos, na escola, sob o nome de ciências, ciências físicas e biológicas, ciências da vida, ou ciências naturais (FERNANDES, 2005, p. 04).

No entanto, o ensino de Ciências na escola não pode ser reduzido à integração de campos de referência como a Biologia, a Física, a Química, a Geologia, a Astronomia, entre outras. A consolidação desta disciplina vai além e aponta para “questões que ultrapassam os campos de saber científico e do saber acadêmico, cruzando fins educacionais e fins sociais” (MACEDO e LOPES, 2002, p. 84), de modo a possibilitar ao educando a compreensão dos conhecimentos científicos que resultam da investigação da *Natureza*, em um contexto histórico-social, tecnológico, cultural, ético e político.

1.4.1 A disciplina de Ciências no currículo das escolas brasileiras

A disciplina de Ciências, mesmo nos dias atuais, expressa a lógica de sua criação: “a existência de um único método para o trato do conjunto das ciências naturais” (MACEDO e LOPES, 2002, p. 73). Porém, aceitar a “ideia positiva de método único imporia que a mesma fosse admitida para o conjunto das Ciências e não apenas para aquelas que têm a **natureza** como objeto” (MACEDO e LOPES, 2002, p. 82).

Do início do século XX aos anos de 1950, a sociedade brasileira passou por transformações significativas rumo à modernização. Dentre essas transformações, destacam-se a expansão da lavoura cafeeira, instalações de redes telegráficas e portuárias, ferrovias e melhoramentos urbanos assim como as alterações no currículo de Ciências favorecendo reformas políticas no âmbito da escola.

A disciplina de Ciências iniciou sua consolidação no currículo das escolas brasileiras com a Reforma Francisco Campos, em 1931, com objetivo de transmitir conhecimentos científicos provenientes de diferentes ciências naturais de referência já consolidadas no currículo escolar brasileiro.

De acordo com o documento oficial (GHIRALDELLI JR, 1991), o currículo era organizado da seguinte forma: o chamado ensino secundário mantinha cinco anos na sua etapa fundamental, com mais dois anos na sua etapa complementar. Os conhecimentos científicos foram integrados na disciplina de Ciências Físicas e Naturais ofertadas nos dois primeiros anos da etapa fundamental (atuais 5ª e 6ª séries, aproximadamente). Nos três últimos anos da etapa fundamental (atuais 6ª a 8ª séries, aproximadamente), os conhecimentos científicos eram abordados nas disciplinas de Física, Química e História Natural.

O contexto histórico exigia um ensino científico frente às necessidades do progresso nacional, e “para isso [era] mister construir cientificamente o Brasil” (GHIRALDELLI JR., 1991, p. 34). Na disciplina de Ciências, então, transmitiam-se informações gerais por meio de metodologia centrada na aula expositiva, não-dialogada, que exigia a memorização da biografia de cientistas importantes e da divulgação dos conhecimentos provenientes de suas descobertas. Desse modo, privilegiava-se a quantidade de informações científicas em prejuízo de uma abordagem de base investigatória.

Na década de 1940, com a Reforma Capanema, o ensino objetivava a preparação de uma “elite condutora” e para tal, “a legislação era clara: a escola deveria contribuir para a divisão de classes e, desde cedo, separar pelas diferenças de chances de aquisição cultural, dirigentes e dirigidos” (GHIRALDELLI JR., 1991, p. 86). O currículo era organizado no ensino secundário em dois ciclos, um de quatro e outro de três anos. O primeiro ciclo, ginásial, distribuía a disciplina de Ciências Naturais nas duas séries finais. Em linhas gerais, no 3º ano, atual 7ª série do Ensino Fundamental, abordava-se os seguintes conteúdos: água, ar e solo, noções de botânica e de zoologia e corpo humano. No 4º ano, atual 8ª série do Ensino Fundamental, prevaleceram as noções de Química e Física e foram retirados alguns conteúdos da proposta anterior que propiciavam articulação com a realidade. Dessa maneira acentuava-se o caráter propedêutico da disciplina, objetivando o ingresso dos estudantes da classe média, mesmo que em minoria, na universidade.

O país modernizava-se rapidamente e o parque industrial exigia uma qualificação de mão-de-obra que o sistema público de ensino profissional, recém-



criado, não poderia fornecer em curto prazo. Nesse contexto de modernização e industrialização, instituíram-se escolas de formação profissional⁶ paralelas ao ensino secundário público.

Em 1946 surgiu o IBECC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), instituição vinculada à UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)⁷ cujo objetivo era “promover a melhoria da formação científica dos estudantes que ingressariam no ensino superior e, assim, contribuir de forma significativa ao desenvolvimento nacional” (BARRA e LORENZ, 1986, p. 1971) e, desse modo, melhorar a qualidade do ensino.

Com o IBECC, a realidade do ensino de Ciências sofreu mudanças significativas, pois foram estimuladas discussões sobre os livros didáticos de Ciências, que até então refletiam o pensamento pedagógico europeu para essa disciplina, estabeleceram-se também os conteúdos de ensino, bem como a metodologia a ser desenvolvida em sala de aula.

O IBECC proporcionou o desenvolvimento de pesquisas e treinamento de professores, bem como a implantação de projetos que influenciaram a divulgação científica na escola por meio de atividades como mostras de projetos em feiras; visitas a museus e a criação de Clubes de Ciências. Desenvolveu, também, o projeto “Iniciação Científica” e produziu kits destinados ao ensino de Física, Química e Biologia para estudantes dos cursos primário e secundário (BARRA e LORENZ, 1986).

Em meados da década de 1950, o contexto mundial acompanhava uma tendência em que ciência e tecnologia foram reconhecidas como atividades essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social (KRASILCHIK, 2000). Esses movimentos, tanto internacionais quanto nacionais, refletiram diretamente no ensino de Ciências interferindo, no caso brasileiro, nas atividades realizadas pelo IBECC.

Tais movimentos contribuíram para que o ensino de Ciências passasse por um processo de transformação no âmbito escolar, sob a justificativa da necessidade do conhecimento científico para a superação da dependência tecnológica, ou seja, para tornar o país autosuficiente com base numa “ciência autóctone” (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

⁶ Escolas de formação profissional que surgiram no início da década de 1940, como o Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) e o Senac (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial), com apoio social do Sesi (Serviço Social da Indústria) aos trabalhadores.

⁷ Os objetivos do Ibecc, segundo Barra e Lorenz (1984, p. 1971) eram: 1) divulgar no Brasil a obra da Unesco, tornando conhecido o trabalho que a mesma vem desenvolvendo no campo internacional; 2) enviar à Unesco dados e informações sobre as atividades culturais no Brasil, para que a mesma tenha conhecimento do que se está realizando em nosso país, em matéria de educação; 3) procurar realizar no Brasil o que a Unesco faz no campo internacional a favor da paz e da cultura.

Nesse contexto histórico, a “Guerra Fria”⁸ contribuiu muito para se repensar o ensino de Ciências. Um marco importante, nesse período histórico, foi o lançamento do satélite artificial soviético⁹ que conferiu à URSS vitória parcial na corrida espacial. Tal vitória na pesquisa e ocupação do espaço extraterrestre estendeu-se, também, ao avanço tecnológico, “fazendo com que a URSS por algum tempo ultrapassasse o Ocidente” (HOBBSAWM, 2006).

Os EUA, naquele momento, passaram a se preocupar com a formação escolar de base científica, pois buscavam explicações para a derrota parcial na corrida espacial.

Os Estados Unidos buscavam culpados em 1957 por sua desvantagem na corrida espacial. Um apareceu em evidência: a escola. Mais precisamente, o ensino de Ciências ou, ainda mais, as deficiências do sistema educacional estadunidense foram apontadas como responsáveis pelas desvantagens tecnológicas (CHASSOT, 2004, p. 24).

Com o apoio das sociedades científicas, das universidades e de acadêmicos renomados, apoiados pelo governo dos EUA e da Inglaterra, foram elaborados projetos que tiveram circulação no Brasil, mediados pelo IBECC. Os mais conhecidos chamavam-se Bssc (Biology Science Study Committee), Pssc (Physical Science Study Committee), Hpp (Harvard Physics Project), Sgms (Science Group Mathematics Study), Cba (Chemical Bond Approach) e o Chems (Chemical Education Material Study).

Esses projetos visavam a formação e a identificação de uma elite com reflexos da política governamental, de uma concepção de ciência neutra e de uma concepção de educação científica centrada em aulas que procuravam reproduzir os modelos científicos por meio da experimentação. Tais ideias atingiram a escola brasileira na década de 1960 pela necessidade de preparação dos estudantes “mais aptos” para a defesa do progresso, da ciência e da tecnologia nacionais.

As decisões políticas instituídas na LDB n. 4024/61 apontaram para o fortalecimento e consolidação do ensino de Ciências no currículo escolar. Um dos avanços em relação às reformas educacionais de décadas anteriores foi a ampliação da participação da disciplina de Ciências Naturais no currículo escolar, ampliando para todas as séries da etapa ginasial a necessidade do preparo do indivíduo (e da sociedade como um todo) para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos por meio do exercício do método científico.

⁸ Entende-se por Guerra Fria a política internacional bipolar, iniciada após a Segunda Guerra Mundial, que dividiu o mundo em áreas de influência econômica e política da URSS e dos EUA.

⁹ Satélite Sputnik 1, lançado pela URSS, entrou em órbita em 04 de outubro de 1957. O satélite compreendia uma esfera de aproximadamente 50 cm e 83 kg, não tendo outra função senão transmitir um sinal de rádio periódico que podia ser sintonizado por qualquer rádio-amador.



Esta mesma LDB revogou a obrigatoriedade das escolas adotarem programas oficiais desenvolvidos pelo Ibecc, possibilitando mais liberdade na escolha dos conteúdos numa tentativa de utilizar o livro didático como instrumento de mudanças no ensino de Ciências.

Nesse sentido, a nova lei propiciou ao IBECC o intercâmbio de livros didáticos elaborados e adotados em outros países, como EUA e Inglaterra. Esses materiais apresentavam uma concepção de ciência que valorizava o processo de investigação, em contraposição à concepção que estava sendo disseminada nas escolas brasileiras, ou seja, um corpo de conhecimentos científicos centrados em resultados da pesquisa.

A tradução e adaptação dos livros didáticos à realidade brasileira foram seguidas da produção de equipamentos de laboratório sugeridos em experimentos nos livros didáticos e pelo treinamento de professores em cursos patrocinados pelo IBECC e com o apoio dos Centros de Ciências¹⁰. Assim, o objetivo maior com o ensino de Ciências seria preparar o cidadão para pensar lógica e criticamente, para que o mesmo tivesse condições de tomar decisões com base em informações e dados (KRASILCHIK, 2000).

Porém, o golpe militar de 1964 impôs mudanças no sentido de direcionar o ensino como um todo, envolvendo dessa forma os conhecimentos científicos para a formação do trabalhador, “considerado agora peça importante para o desenvolvimento econômico do país” (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Os acordos entre o Brasil e os EUA, provenientes dos projetos voltados ao ensino de Ciências, asseguravam ao Brasil assistência técnica e financiamento externos, a fim de instituir novas reformas, tanto no ensino universitário (Lei n. 5540/68) quanto no ensino de 1º e 2º graus (Lei n. 5692/71). Tais reformas marcaram o advento do ensino tecnicista, que pretendia articular a educação ao sistema produtivo para aperfeiçoar o sistema capitalista. Portanto, os investimentos na área educacional pretendiam a formação para o mercado de trabalho, de acordo com as exigências da sociedade industrial e tecnológica.

Nesse contexto, o ensino de Ciências passou a assumir compromisso de suporte de base para a formação de mão-de-obra técnico-científica no segundo grau, visando às necessidades do mercado de trabalho e do desenvolvimento industrial e tecnológico do país, sob controle do regime militar. O caráter de terminalidade e a prerrogativa de preparação para inserção imediata no mercado de trabalho levavam os filhos da classe trabalhadora ao ensino técnico. Esse movimento tinha como pressuposto a reserva das vagas dos cursos universitários para aqueles que

¹⁰ “Em 1966, o Ibecc recebeu recursos da Fundação Ford para o treinamento de líderes que atuariam posteriormente nos seis Centros de Ciências criados em 1965, pelo MEC: o Centro de Ciências do Nordeste (Cecine), o primeiro a ser implantado e os outros, fundados subsequentemente – Cecirs em Porto Alegre, o Cecimig, em Belo Horizonte, o Cecigua, no Rio de Janeiro, o Cecisp, em São Paulo e o Ceciba, em Salvador. Esses centros, “tinham como objetivo treinar professores e produzir e distribuir livros-texto e materiais para laboratório para as escolas de seus respectivos estados. Ao Ibecc coube a importante tarefa de treinar líderes e administradores para atuar nos centros recém-criados” (BARRA e LORENZ, 1984, p.1975)

pretendiam dar continuidade aos estudos, que eram, em geral, os filhos da classe dominante.

Apesar da consolidação da disciplina de Ciências Naturais no currículo escolar e dos investimentos em pesquisas científicas desde os anos de 1950, na década de 1980 o ensino de Ciências orientava-se por um currículo centrado nos conteúdos e atrelado a discussões sobre problemas sociais que se avolumaram no mundo, o que mudava substancialmente os programas vigentes. Isso ocorreu porque as crises ambientais, o aumento da poluição, a crise energética e a efervescência social, manifestada em movimentos como a revolta estudantil e as lutas antissegregação racial, ocorridas entre 1960 e 1980, determinaram profundas transformações nas propostas das disciplinas científicas em todos os níveis de ensino (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

O objetivo primordial do ensino de Ciências, anteriormente focado na formação do futuro cientista ou na qualificação do trabalhador, voltou-se, neste momento histórico, à análise das implicações sociais da produção científica, com vistas a fornecer ao cidadão elementos para viver melhor e participar do processo de redemocratização iniciado em 1985.

O método científico fortemente marcado e utilizado como estratégia de investigação no ensino de Ciências cedeu espaço para aproximações entre ciência e sociedade, com vistas a correlacionar a investigação científica a aspectos políticos, econômicos e culturais. Nesse sentido, em termos práticos, o currículo escolar valorizou conteúdos científicos mais próximos do cotidiano, no sentido de identificar problemas e propor soluções.

Nesse contexto histórico, ao final da década de 1980 e início da seguinte, no Estado do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação propôs o Currículo Básico para o ensino de 1º grau, construído sob o referencial teórico da pedagogia histórico-crítica. Este documento resultou de reflexões e discussões realizadas no Estado do Paraná, visando debater os conteúdos e as orientações de encaminhamento metodológico. Esse programa analisava as relações entre escola, trabalho e cidadania.

O Currículo Básico, no início dos anos 1990, ainda sob a LDB n. 5692/71, apresentou avanços consideráveis para o ensino de Ciências, assegurando sua legitimidade e constituição de sua identidade para o momento histórico vigente, pois valorizou a reorganização dos conteúdos específicos escolares em três eixos norteadores e a integração dos mesmos em todas as séries do 1º Grau, hoje Ensino Fundamental, a saber, 1. Noções de Astronomia; 2. Transformação e Interação de Matéria e Energia; e 3. Saúde - melhoria da qualidade de vida.

Com a promulgação da LDB n. 9394/96, que estabeleceu as Diretrizes e Bases para a Educação Nacional, foram produzidos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que propunham uma nova organização curricular em âmbito federal. O



Currículo Básico para o Estado do Paraná foi, oficialmente, substituído pelos PCN cujos fundamentos contribuíram para a descaracterização da disciplina de Ciências, pois, nesse documento o quadro conceitual de referência da disciplina e sua constituição histórica como campo do conhecimento ficaram em segundo plano.

Com os PCN, os conteúdos escolares das Ciências Naturais foram reorganizados em eixos temáticos, a saber: 1. Terra e Universo; 2. Vida e Ambiente; 3. Ser humano e Saúde; e, 4. Tecnologia e Sociedade. No entanto, o ensino desses conteúdos sofreu interferência dos projetos curriculares e extracurriculares propostos por instituições, fundações, organizações não-governamentais (ONGs) e empresas que passaram a intervir na escola pública nesse período histórico de orientação política neoliberal¹¹.

Além disso, tal proposta considerava que tudo que fosse passível de aprendizagem na escola poderia ser considerado conteúdo curricular. O conceito de conteúdo curricular passou a ser entendido, então, em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal.

Neste momento histórico houve a supervalorização do trabalho com temas, como por exemplo, a questão do lixo e da reciclagem, das drogas, dos valores, da sexualidade, do meio ambiente, entre outros. Entretanto, os conceitos científicos escolares que fundamentam o trabalho com esses temas não eram enfatizados. A ênfase no desenvolvimento de atitudes e valores, bem como no trabalho pedagógico com os temas transversais, esvaziaram o ensino dos conteúdos científicos na disciplina de Ciências.

Diante desse contexto, em 2003, com as mudanças no cenário político nacional e estadual, iniciou-se no Paraná um processo de discussão coletiva com objetivo de produzir novas Diretrizes Curriculares para estabelecer novos rumos e uma nova identidade para o ensino de Ciências.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

2.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS MÉTODOS CIENTÍFICOS

Um ponto importante a ser considerado na produção do conhecimento científico diz respeito ao caminho percorrido pelos pesquisadores para formular “descrições, interpretações, leis, teorias, modelos, etc. sobre uma parcela da realidade” (FREIRE-MAIA, 2000, p. 18). Não se pode negligenciar, então, a fragmentação que ocorre

¹¹ A política neoliberal para a educação pública minimiza a responsabilidade do Estado do ponto de vista econômico e centraliza a concepção pedagógica. Por isso os PCN foram propostos para todo o território nacional ao mesmo tempo em que as comunidades escolares são convidadas a contribuir com a manutenção física das escolas, bem como a oferecer a elas projetos artísticos, científicos e sociais.

na produção do conhecimento científico que resulta da investigação da *Natureza*, pois não existe nos dias atuais uma única ciência que possa assegurar o estudo da realidade em todas as suas dimensões.

A incursão pela história da ciência permite identificar que não existe um único método científico, mas a configuração de métodos científicos que se modificaram com o passar do tempo.

Desde os pensadores gregos até o momento histórico marcado pelo positivismo, principalmente com Comte, no século XIX, observa-se uma crescente valorização do método científico, porém, com posicionamentos epistemológicos diferentes em cada momento histórico.

Contrário à clássica valorização do método científico, Bachelard afirma que a ciência vive o método do seu tempo. Sendo assim, as discussões contemporâneas sobre a existência e a natureza do método científico são realizadas

[...] num contexto menos ambicioso do que aquele que predominou algumas décadas atrás. Menos ambicioso, uma vez que é disseminada a tese que defende a impossibilidade de um mesmo método ser aplicável a todo e qualquer domínio de investigação científica. Contudo, além de menos ambicioso, parece-nos que as discussões atuais são igualmente menos abrangentes. Não apenas cada uma das áreas pode desenvolver e usar o seu próprio método, mas como também é possível que este último não seja singular, isto é, o mesmo domínio de investigação científica poderá dispor de mais de um recurso metodológico: o **pluralismo metodológico** é uma atitude amplamente adotada nos dias de hoje, seja por filósofos, seja por cientistas (VIDEIRA, 2006, p. 39).

As etapas que compõem o método científico são determinadas historicamente sob influências e exigências sociais, econômicas, éticas e políticas. Acrescenta-se que, apesar de traços comuns poderem ser identificados nas pesquisas realizadas dentre as especialidades das ciências naturais por conta dos diferentes métodos científicos, “o alcance e, simultaneamente, a limitação do conhecimento científico” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1998, p. 41) também podem ser apontados como pontos importantes.

Ao assumir posicionamento contrário ao método único para toda e qualquer investigação científica da *Natureza*, no ensino de Ciências se faz necessário ampliar os encaminhamentos metodológicos para abordar os conteúdos escolares de modo que os estudantes superem os obstáculos conceituais oriundos de sua vivência cotidiana.

2.2 FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA IDADE ESCOLAR

Considera-se, nestas diretrizes, que no processo de ensino-aprendizagem a construção de conceitos pelo estudante não difere, em nenhum aspecto, do desenvolvimento de conceitos não sistematizados que traz de sua vida cotidiana.



Um conceito é

[...] mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário (VYGOTSKY, 1991a, p. 71).

A partir dessa concepção, Vygotsky desenvolve o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que consiste em ponto de desempenho muito influenciado pela mediação, pois é preciso considerar que o estudante tem capacidade de solucionar problemas, desempenhar tarefas, elaborar representações mentais e construir conceitos com a ajuda de outras pessoas.

Para Vygotsky (1991b) esse conceito (ZDP) representa a distância entre o que o estudante já sabe e consegue efetivamente fazer ou resolver por ele mesmo (nível de desenvolvimento real) e o que o estudante ainda não sabe, mas pode vir a saber, com a mediação de outras pessoas (nível de desenvolvimento potencial). Com base nessa concepção afirma-se que o nível de conhecimento real e o nível de conhecimento potencial de cada estudante são variáveis e determinados, principalmente, pela mediação didática. Cada estudante, então, encontra-se num nível de desenvolvimento cognitivo diferenciado.

O aprendizado dos estudantes começa muito antes do contato com a escola. Por isso, aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida e qualquer situação de aprendizagem na escola tem sempre uma história anterior.

Há, no entanto, uma diferença entre o aprendizado anterior e o aprendizado escolar. O primeiro não é sistematizado, o segundo é, além disso, este objetiva a aprendizagem do conhecimento científico e produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento do estudante.

Quando o professor toma o conceito de zona de desenvolvimento proximal como fundamento do processo pedagógico propicia que o estudante realize sozinho, amanhã, aquilo que hoje realiza com a ajuda do professor (mediação). A partir do conceito de zona de desenvolvimento proximal, pode-se retornar à discussão a respeito da formação de conceitos científicos pelo estudante.

Segundo Vygotsky (1991b), a mente humana cria estruturas cognitivas necessárias à compreensão de um determinado conceito trabalhado no processo ensino-aprendizagem. As estruturas cognitivas dependem desse processo para evoluírem e somente serão construídas à medida que novos conceitos forem trabalhados. Esse processo propicia a internalização dos conceitos e sua reconstrução na mente do estudante.

Os conceitos científicos que Vygotsky descreve em suas obras referem-se ao conhecimento sistematizado e ensinado na escola, como forma de representação, por meio de modelos, do conhecimento produzido pela ciência. O processo de construção desse conhecimento escolar se constitui na dialética entre os diferentes saberes sociais e seus respectivos significados. Tal embate, ora contribui para a construção do conhecimento científico pelos estudantes, ora se configura como obstáculo conceitual à sua (re)elaboração.

Dentre os saberes sociais, os conhecimentos científicos e os do cotidiano “se mostram como campos que se inter-relacionam com o conhecimento escolar” (LOPES, 1999, p. 104), porém não sem contradições. O conhecimento cotidiano tem origem empírica e é a soma dos conhecimentos sobre a realidade produzida na cotidianidade. Esse conhecimento pode acolher certas aquisições científicas, por meio de divulgação na mídia e na informalidade, mas não é o conhecimento científico.

O educando, nos dias atuais, tem mais acesso a informações sobre o conhecimento científico, no entanto, constantemente reconstrói suas representações a partir do conhecimento cotidiano, formando as bases para a construção de conhecimentos alternativos, úteis na sua vida diária.

Muitos autores enfatizam que o conhecimento cotidiano se transforma, inclusive por incorporação de conhecimentos científicos, e mesmo alguns usam este fato como argumento para valorização do conhecimento comum. [...] A teoria do calórico e a idéia do calor em oposição ao frio, como entidade física, idéias há muito desconstruídas pela física, ainda persistem no senso comum porque são suficientes para a vida diária. Continuamos a falar que nossos casacos nos “protegem” do frio, que devemos fechar a geladeira porque senão o “frio” sai. Trata-se de um conhecimento essencialmente pragmático, cujo caráter de validade na esfera cotidiana da vida é sua funcionalidade (LOPES, 1999, p. 143).

Apesar da necessidade de ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano, há também a necessidade de não se extrapolarem os limites um do outro. O conhecimento científico e o conhecimento cotidiano são históricos e sofrem interações mútuas. “Interpretar a ciência com os pressupostos da vida cotidiana é incorrer em erros, assim como é impossível, em cada ação cotidiana, tomarmos decisões científicas, ao invés de decidirmos com base na espontaneidade e no pragmatismo” (LOPES, 1999, p. 143).

2.3 CONHECIMENTO CIENTÍFICO ESCOLAR

O conhecimento científico mediado¹² para o contexto escolar sofre um processo de didatização, mas não se confunde com o conhecimento cotidiano. Nesse

¹² A mediação aqui é utilizada no sentido de adequar o conhecimento produzido pela ciência, para a escola (LOPES, 1999).



sentido, os conhecimentos científicos escolares selecionados para serem ensinados na disciplina de Ciências têm origem nos modelos explicativos construídos a partir da investigação da *Natureza*. Pelo processo de mediação didática, o conhecimento científico sofre adequação para o ensino, na forma de conteúdos escolares, tanto em termos de especificidade conceitual como de linguagem.

A apropriação do conhecimento científico pelo estudante no contexto escolar implica a superação dos obstáculos conceituais. Para que isso ocorra, o conhecimento anterior do estudante, construído nas interações e nas relações que estabelece na vida cotidiana, num primeiro momento, deve ser valorizado. Denominam-se tais conhecimentos como alternativos aos conhecimentos científicos e, por isso, podem ser considerados como primeiros obstáculos conceituais a serem superados.

Nem sempre o conhecimento cotidiano ou mesmo o alternativo podem ser considerados incoerentes com o conhecimento científico, uma vez que são úteis na vida prática e para o desenvolvimento de novas concepções. Valorizá-los e tomá-los como ponto de partida terá como consequência a formação dos conceitos científicos, para cada estudante, em tempos distintos¹³.

No ensino de Ciências o professor se depara constantemente com conhecimentos alternativos, tanto pela banalização da divulgação científica, quanto pelo uso de linguagem simplificada do conhecimento científico, inclusive nos livros didáticos. Nesse momento, o contato com a história da ciência pode propiciar ao professor compreender como se desenvolveu o conhecimento científico.

Na escola, o obstáculo epistemológico assume função didática e permite superar duas grandes ilusões no ensino de Ciências: o não rompimento entre os conhecimentos cotidiano e científico e a crença de que se conhece a partir do nada.

Ao se considerar que o conhecimento científico apenas amplia o conhecimento comum ou ao se negar a existência de conceitos prévios sobre os mais diferentes assuntos, não se cuida para que os preconceitos e os erros das primeiras concepções sejam questionados, obstaculiza-se novos conhecimentos e cristalizam-se falsos conceitos (LOPES, 2007, p. 59).

Dificuldades na formação inicial ou a carência de formação continuada do professor podem tornar-se obstáculos ao processo de ensino-aprendizagem, pois a falta de fundamentação teórico-metodológica dificulta uma seleção coerente de conteúdos, bem como um trabalho crítico-analítico com o livro didático adotado. Autores como Carvalho e Gil-Pérez (2001) chamam a atenção para o fato de “[...] que algo tão aparentemente claro e homogêneo como ‘conhecer o conteúdo da disciplina’ implica conhecimentos profissionais muito diversos [...] que vão além do que habitualmente se contempla nos cursos universitários” (2001, p. 21).

¹³ Esta orientação teórico-metodológica difere da proposta de Bachelard (1996), que indicava a necessidade do novo conhecimento (produzido pela ciência) romper com o anterior (cotidiano, prévio, alternativo).

Com base nesses mesmos autores, apresentam-se em seguida alguns entendimentos a respeito do que seja necessário ao professor de Ciências em contínuo processo de formação:

- Conhecer a história da ciência, associando os conhecimentos científicos com os contextos políticos, éticos, econômicos e sociais que originaram sua construção. Dessa forma, podem-se compreender os obstáculos epistemológicos a serem superados para que o processo ensino-aprendizagem seja mais bem sucedido;
- Conhecer os métodos científicos empregados na produção dos conhecimentos, para que as estratégias de ensino propiciem a construção de conhecimentos significativos pelos estudantes;
- Conhecer as relações conceituais, interdisciplinares e contextuais associadas à produção de conhecimentos, para superar a ideia reducionista da ciência como transmissão de conceitos, porque essa perspectiva desconsidera os aspectos históricos, culturais, éticos, políticos, sociais, tecnológicos, entre outros, que marcam o desenvolvimento científico¹⁴;
- Conhecer os desenvolvimentos científicos recentes, por meio dos instrumentos de divulgação científica. Desta forma, ampliar as perspectivas de compreensão da dinâmica da produção científica e o caráter de provisoriedade e falibilidade das teorias científicas.
- Saber selecionar conteúdos científicos escolares adequados ao ensino, considerando o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes e o aprofundamento conceitual necessário. Tais conteúdos, fundamentais para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências, precisam ser potencialmente significativos, acessíveis aos estudantes e suscetíveis de interesse. Faz-se necessário, então, que o professor de Ciências conheça esses conteúdos de forma aprofundada e adquira novos conhecimentos que contemplem a proposta curricular da escola, os avanços científicos e tecnológicos, as questões sociais e ambientais, para que seja um profissional bem preparado e possa garantir o bom aprendizado dos estudantes.

Dessa forma, o ensino de Ciências deixa de ser encarado como mera transmissão de conceitos científicos, para ser compreendido como processo de formação de conceitos científicos, possibilitando a superação das concepções alternativas dos estudantes e o enriquecimento de sua cultura científica (LOPES, 1999). Espera-se uma superação do que o estudante já possui de conhecimentos alternativos,

¹⁴ Entende-se por relações conceituais a integração entre conceitos científicos escolares de um conteúdo estruturante com conceitos de outros conteúdos estruturantes de Ciências. Entende-se por relações interdisciplinares as abordagens de conteúdos de Ciências com contribuições de conteúdos ou conceitos de outras disciplinas da matriz curricular. As relações contextuais implicam em saber como se dá o processo de produção desse conhecimento de modo a superar o entendimento de conteúdos a-históricos e de um único método de ensino para todos os conteúdos.



rompendo com obstáculos conceituais e adquirindo maiores condições de estabelecer relações conceituais, interdisciplinares e contextuais, de saber utilizar uma linguagem que permita comunicar-se com o outro e que possa fazer da aprendizagem dos conceitos científicos algo significativo no seu cotidiano.

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Com base em investigações realizadas sobre o ensino de Ciências, nota-se uma tendência de superação de estratégias de ensino que privilegiam atividades de estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais e instrução programada (MOREIRA, 1999). Tais estratégias não enfocam a aprendizagem no processo de construção de significados.

A aprendizagem significativa no ensino de Ciências implica no entendimento de que o estudante aprende conteúdos científicos escolares quando lhes atribui significados. Isso põe o processo de construção de significados como elemento central do processo de ensino-aprendizagem¹⁵.

O estudante constrói significados cada vez que estabelece relações “substantivas e não-arbitrárias” entre o que conhece de aprendizagens anteriores (nível de desenvolvimento real - conhecimentos alternativos) e o que aprende de novo (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

As relações que se estabelecem entre o que o estudante já sabe e o conhecimento específico a ser ensinado pela mediação do professor não são arbitrárias, pois dependem da organização dos conteúdos; de estratégias metodológicas adequadas; de material didático de apoio potencialmente significativo; e da “ancoragem”¹⁶ em conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 1999).

Quando o estudante relaciona uma noção a ser aprendida com um conceito já presente na sua estrutura cognitiva, ele incorpora “a substância do novo conhecimento, das novas ideias” e a esse processo denomina-se substantividade (MOREIRA, 1999, p. 77). Ao se trabalhar a definição de um conceito de forma literal e arbitrária, o ensino não possibilita que o estudante construa seu próprio modelo mental, sua própria rede de relações conceituais sobre o conhecimento científico escolar.

Assim, a construção de significados pelo estudante é o resultado de uma complexa rede de interações composta por no mínimo três elementos: o

¹⁵ De certa forma o estudante pode, também, aprender conteúdos científicos escolares sem atribuir-lhes significados. Isto acontece, por exemplo, quando aprende exclusivamente pelo processo repetitivo de memorização. Nesse caso, porém, faz uso dos conceitos sem entender o que está dizendo ou fazendo.

¹⁶ Processo em que a nova informação resulta em crescimento e modificação de conceitos mais amplos (generalizados) que o sujeito possui na sua estrutura cognitiva, considerada hierárquica (conceito subsunçor). Esses conceitos atuam como subordinadores de outros conceitos na estrutura cognitiva e como “âncora” no processo de assimilação dessa nova informação. Como resultado dessa ancoragem, a própria ideia-âncora (conceitos mais amplos) acaba por ser modificada e diferenciada (MOREIRA, 1999).

estudante, os conteúdos científicos escolares e o professor de Ciências como mediador do processo de ensino-aprendizagem. O estudante é o responsável final pela aprendizagem ao atribuir sentido e significado aos conteúdos científicos escolares. O professor é quem determina as estratégias que possibilitam maior ou menor grau de generalização e especificidade dos significados construídos. É do professor, também, a responsabilidade por orientar e direcionar tal processo de construção.

Por meio dessa mediação, quanto mais relações conceituais, interdisciplinares e contextuais o estudante puder estabelecer, maior a possibilidade de reconstrução interna de significados (internalização) e de ampliar seu desenvolvimento cognitivo. Nesse sentido, o estudante constrói significados cada vez que estabelece relações substantivas e não-arbitrárias entre o que já conhece e o que aprende de novo.

Em síntese, pode-se dizer que o ensino significativo de conhecimentos científicos escolares está à frente do desenvolvimento cognitivo do estudante e o dirige. Da mesma forma, a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos escolares está avançada em relação ao desenvolvimento das suas estruturas cognitivas¹⁷.

No ensino de Ciências, portanto, deve-se trabalhar com os conteúdos científicos escolares e suas relações conceituais, interdisciplinares e contextuais, considerando-se a zona de desenvolvimento proximal do estudante (VYGOTSKY, 1991b), descrita anteriormente em um processo de interação social em que o professor de Ciências “é o participante que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos do currículo e procura fazer com que o aprendiz também venha a compartilhá-los” (MOREIRA, 1999, p. 109).

3 CONTEÚDOS ESTRUTURANTES

Nestas diretrizes, entende-se o conceito de Conteúdos Estruturantes como conhecimentos de grande amplitude que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo e ensino. Os conteúdos estruturantes são constructos históricos e estão atrelados a uma concepção política de educação, por isso não são escolhas neutras.

Na disciplina de Ciências, os Conteúdos Estruturantes são construídos a partir da historicidade dos conceitos científicos e visam superar a fragmentação do currículo, além de estruturar a disciplina frente ao processo acelerado de especialização do seu objeto de estudo e ensino (LOPES, 1999).

¹⁷ A aprendizagem significativa envolve aquisição/construção de significados num processo análogo ao que defende Vygotsky sobre o processo de internalização dos conceitos. Isto quer dizer que, a aprendizagem de conteúdos científicos escolares assume um significado cognitivo, enquanto estrutura de conhecimento possuidora de instrumentos e signos. Instrumento é algo, como a linguagem, que pode ser usado para dar significado às coisas; signo é algo que representa (significa) uma ideia (MOREIRA, 1999).



A seleção dos conteúdos de ensino de Ciências deve considerar a relevância dos mesmos para o entendimento do mundo no atual período histórico, para a constituição da identidade da disciplina e compreensão do seu objeto de estudo, bem como facilitar a integração conceitual dos saberes científicos na escola. Sendo assim, os conteúdos de Ciências valorizam conhecimentos científicos das diferentes Ciências de referência – Biologia, Física, Química, Geologia, Astronomia, entre outras. A metodologia de ensino deve promover inter-relações entre os conteúdos selecionados, de modo a promover o entendimento do objeto de estudo da disciplina de Ciências. Essas inter-relações devem se fundamentar nos Conteúdos Estruturantes.

Desde que foi inserida no currículo escolar, a disciplina de Ciências passou por muitas alterações em seus fundamentos teórico-metodológicos e na seleção dos conteúdos de ensino. Isso ocorreu em função dos diferentes interesses econômicos, políticos e sociais sobre a escola básica e dos avanços na produção do conhecimento científico. Contudo, essa disciplina sempre contribuiu para superar a banalização do conhecimento que se alicerça, muitas vezes, na consolidação de conceitos equivocados, socialmente validados e tomados como um saber “científico”.

Corroborando essas idéias, Santos, Stange e Trevas (2005) destacam a necessidade de uma abordagem integradora no ensino de Ciências para superar a construção fragmentada de um mesmo conceito. Esse processo deve ocorrer tanto na disciplina de Ciências, própria do currículo do Ensino Fundamental, quanto nas disciplinas que abordam conceitos científicos no Ensino Médio. Por exemplo, o conceito de pressão é, normalmente, trabalhado nas disciplinas de Física, Biologia e Química, mas sem integração, o que leva o estudante a pensar, muitas vezes, que se trata de três conceitos distintos.

Propõe-se, então, que o ensino de Ciências aconteça por **integração conceitual** e que estabeleça relações entre os conceitos científicos escolares de diferentes conteúdos estruturantes da disciplina (**relações conceituais**); entre eles e os conteúdos estruturantes das outras disciplinas do Ensino Fundamental (**relações interdisciplinares**); entre os conteúdos científicos escolares e o processo de produção do conhecimento científico (**relações contextuais**).

Nestas Diretrizes Curriculares são apresentados cinco conteúdos estruturantes fundamentados na história da ciência, base estrutural de integração conceitual para a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental. São eles:

- Astronomia
- Matéria
- Sistemas Biológicos
- Energia
- Biodiversidade

Propõe-se que o professor trabalhe com os cinco conteúdos estruturantes em todas as séries, a partir da seleção de conteúdos específicos da disciplina de Ciências adequados ao nível de desenvolvimento cognitivo do estudante. Para o trabalho pedagógico, o professor deverá manter o necessário rigor conceitual, adotar uma linguagem adequada à série, problematizar os conteúdos em função das realidades regionais, além de considerar os limites e possibilidades dos livros didáticos de Ciências.

3.1 ASTRONOMIA

A Astronomia tem um papel importante no Ensino Fundamental, pois é uma das ciências de referência para os conhecimentos sobre a dinâmica dos corpos celestes. Numa abordagem histórica traz as discussões sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, bem como sobre os métodos e instrumentos científicos, conceitos e modelos explicativos que envolveram tais discussões. Além disso, os fenômenos celestes são de grande interesse dos estudantes porque por meio deles buscam-se explicações alternativas para acontecimentos regulares da realidade, como o movimento aparente do Sol, as fases da Lua, as estações do ano, as viagens espaciais, entre outros.

Este conteúdo estruturante possibilita estudos e discussões sobre a origem e a evolução do Universo. Apresentam-se, a seguir, os conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos necessários para o entendimento de questões astronômicas e para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências:

- universo;
- sistema solar;
- movimentos celestes e terrestres;
- astros;
- origem e evolução do universo;
- gravitação universal.

3.2 MATÉRIA

No conteúdo estruturante Matéria propõe-se a abordagem de conteúdos específicos que privilegiem o estudo da constituição dos corpos, entendidos tradicionalmente como objetos materiais quaisquer que se apresentam à nossa percepção (RUSS, 1994). Sob o ponto de vista científico, permite o entendimento não somente sobre as coisas perceptíveis como também sobre sua constituição, indo além daquilo que num primeiro momento vemos, sentimos ou tocamos.

Apresentam-se, a seguir, conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos essenciais para o entendimento da constituição e propriedades da matéria e para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências:



- constituição da matéria;
- propriedades da matéria.

3.3 SISTEMAS BIOLÓGICOS

O conteúdo estruturante Sistemas Biológicos aborda a constituição dos sistemas do organismo, bem como suas características específicas de funcionamento, desde os componentes celulares e suas respectivas funções até o funcionamento dos sistemas que constituem os diferentes grupos de seres vivos, como por exemplo, a locomoção, a digestão e a respiração.

Parte-se do entendimento do organismo como um sistema integrado e amplia-se a discussão para uma visão evolutiva, permitindo a comparação entre os seres vivos, a fim de compreender o funcionamento de cada sistema e das relações que formam o conjunto de sistemas que integram o organismo vivo.

Neste conteúdo estruturante, apresentam-se os conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos escolares para o entendimento de questões sobre os sistemas biológicos de funcionamento dos seres vivos e para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências:

- níveis de organização;
- célula;
- morfologia e fisiologia dos seres vivos;
- mecanismos de herança genética.

3.4 ENERGIA

Este Conteúdo Estruturante propõe o trabalho que possibilita a discussão do conceito de energia, relativamente novo a se considerar a história da ciência desde a Antiguidade. Discute-se tal conceito a partir de um modelo explicativo fundamentado nas ideias do calórico, que representava as mudanças de temperatura entre objetos ou sistemas. Ao propor o calor em substituição à teoria do calórico, a pesquisa científica concebeu uma das leis mais importantes da ciência: a **lei da conservação da energia**.

Nestas diretrizes destaca-se que a ciência não define energia. Assim, tem-se o propósito de provocar a busca de novos conhecimentos na tentativa de compreender o conceito energia no que se refere às suas várias manifestações, como por exemplo, energia mecânica, energia térmica, energia elétrica, energia luminosa, energia nuclear, bem como os mais variados tipos de conversão de uma forma em outra.

Neste conteúdo estruturante, apresentam-se os conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos essenciais para o entendimento de questões sobre

a conservação e a transformação de uma forma de energia em outra e para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências:

- formas de energia;
- conservação de energia;
- conversão de energia;
- transmissão de energia.

3.5 BIODIVERSIDADE

O conceito de biodiversidade, nos dias atuais, deve ser entendido para além da mera diversidade de seres vivos. Reduzir o conceito de biodiversidade ao número de espécies seria o mesmo que considerar a classificação dos seres vivos limitada ao entendimento de que eles são organizados fora do ambiente em que vivem.

Pensar o conceito biodiversidade na contemporaneidade implica ampliar o entendimento de que essa diversidade de espécies, considerada em diferentes níveis de complexidade, habita em diferentes ambientes, mantém suas inter-relações de dependência e está inserida em um contexto evolutivo (WILSON, 1997).

Esse conteúdo estruturante visa, por meio dos conteúdos específicos de Ciências, a compreensão do conceito de biodiversidade e demais conceitos intrarrelacionados. Espera-se que o estudante entenda o sistema complexo de conhecimentos científicos que interagem num processo integrado e dinâmico envolvendo a diversidade de espécies atuais e extintas; as relações ecológicas estabelecidas entre essas espécies com o ambiente ao qual se adaptaram, viveram e ainda vivem; e os processos evolutivos pelos quais tais espécies têm sofrido transformações.

Apresentam-se, para este conteúdo estruturante, alguns conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos para o entendimento de questões sobre a biodiversidade e para a compreensão do objeto de estudo da disciplina de Ciências:

- organização dos seres vivos;
- sistemática;
- ecossistemas;
- interações ecológicas;
- origem da vida;
- evolução dos seres vivos.

Todos os conteúdos básicos, apresentados nos conteúdos estruturantes, são essenciais na disciplina de Ciências. No Plano de Trabalho Docente esses conteúdos básicos devem ser desdobrados em conteúdos específicos a serem abordados pelos professores de Ciências em função de interesses regionais e do avanço na produção do conhecimento científico.



4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Estas Diretrizes Curriculares para o ensino de Ciências propõem uma prática pedagógica que leve à integração dos conceitos científicos e valorize o pluralismo metodológico. Para isso é necessário superar práticas pedagógicas centradas num único método e baseadas em aulas de laboratório (KRASILCHIK, 1987) que visam tão somente à comprovação de teorias e leis apresentadas previamente aos estudantes.

Ao selecionar os conteúdos a serem ensinados na disciplina de Ciências, o professor deverá organizar o trabalho docente tendo como referências: o tempo disponível para o trabalho pedagógico (horas/aula semanais); o Projeto Político Pedagógico da escola; os interesses da realidade local e regional onde a escola está inserida; a análise crítica dos livros didáticos e paradidáticos da área de Ciências; e informações atualizadas sobre os avanços da produção científica.

Na organização do plano de trabalho docente espera-se que o professor de Ciências reflita a respeito das abordagens e relações a serem estabelecidas entre os conteúdos estruturantes, básicos e específicos. Reflita, também, a respeito das expectativas de aprendizagem, das estratégias e recursos a serem utilizados e dos critérios e instrumentos de avaliação.

Para isso é necessário que os conteúdos específicos de Ciências sejam entendidos em sua complexidade de relações **conceituais**, não dissociados em áreas de conhecimento físico, químico e biológico, mas visando uma abordagem integradora.

Tais conteúdos podem ser entendidos a partir da mediação didática estabelecida pelo professor de Ciências, que pode fazer uso de estratégias que procurem estabelecer relações **interdisciplinares** e **contextuais**, envolvendo desta forma, conceitos de outras disciplinas e questões tecnológicas, sociais, culturais, éticas e políticas.

No âmbito de relações contextuais, ao elaborar o plano de trabalho docente, o professor de Ciências deve prever a abordagem da cultura e história afro-brasileira (Lei 10.639/03), história e cultura dos povos indígenas (Lei 11.645/08) e educação ambiental (Lei 9.795/99).

O professor de Ciências, responsável pela mediação entre o conhecimento científico escolar representado por conceitos e modelos e as concepções alternativas dos estudantes, deve lançar mão de encaminhamentos metodológicos que utilizem recursos diversos, planejados com antecedência, para assegurar a interatividade no processo ensino-aprendizagem e a construção de conceitos de

forma significativa pelos estudantes.

Diante da importância da organização do plano de trabalho docente e da existência de várias possibilidades de abordagens com uso de estratégias e recursos em aula, entende-se que a opção por uma delas, tão somente, não contribui para um trabalho pedagógico de qualidade. É importante que o professor tenha autonomia para fazer uso de diferentes abordagens, estratégias e recursos, de modo que o processo ensino-aprendizagem em Ciências resulte de uma rede de interações sociais entre estudantes, professores e o conhecimento científico escolar selecionado para o trabalho em um ano letivo.

Assim entendido, o plano de trabalho docente em ação privilegia relações substantivas e não-arbitrárias entre o que o estudante já sabe e o entendimento de novos conceitos científicos escolares, permitindo que o estudante internalize novos conceitos na sua estrutura cognitiva.

4.1 ASPECTOS ESSENCIAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

No ensino de Ciências, alguns aspectos são considerados essenciais tanto para a formação do professor quanto para a atividade pedagógica. Abordam-se, nesse documento, três aspectos importantes, a saber: a história da ciência, a divulgação científica e a atividade experimental. Tais aspectos não se dissociam em campos isolados, mas sim, relacionam-se e complementam-se na prática pedagógica.

4.1.1 A história da ciência

A história da ciência é fundamental para o professor de Ciências, pois ele não apenas

Transmite aos seus alunos os conteúdos (*resultados*) dessa ciência, mas também (*consciente ou inconscientemente*) uma concepção sobre o que é Ciência. Ora, o conhecimento sobre a natureza da pesquisa científica só pode ser adquirido de duas formas: ou pela prática da pesquisa e contato com cientistas (*isto é, pela vivência direta*) ou pelo estudo da História da Ciência (MARTINS, 1990, p. 04).

Considera-se que a história da ciência contribui para a melhoria do ensino de Ciências porque propicia melhor **integração** dos conceitos científicos escolares, prioritariamente sob duas perspectivas: como conteúdo específico em si mesmo e como fonte de estudo que permite ao professor compreender melhor os conceitos científicos, assim, enriquecendo suas estratégias de ensino (BASTOS, 1998). A história da ciência contribui ainda



Para contrabalançar os aspectos puramente técnicos de uma aula, complementando-os com um estudo de aspectos sociais, humanos e culturais. Informações (preferivelmente bem fundamentadas) sobre a vida de cientistas, a evolução de instituições, o ambiente cultural geral de uma época, as concepções alternativas do mesmo período, as controvérsias e dificuldades de aceitação de novas idéias – tudo isso pode contribuir para dar uma nova visão da ciência e dos cientistas, dando maior motivação ao estudo. (...) Recentemente, tomou-se consciência de que o aprendizado das Ciências é, às vezes, dificultado por concepções de “senso comum” que, de um modo geral, coincidem com as concepções abandonadas ao longo da história (MARTINS, 1990, p. 04).

A história da ciência, abordada no Ensino Fundamental, principalmente por meio de livros didáticos, apresenta uma série de problemas que precisam ser superados. Dentre esses problemas, destacam-se: erros conceituais grosseiros, abordagens que ignoram as relações entre o processo de produção de conhecimento e o contexto histórico; apresentação do conhecimento científico como se fosse fruto de descobertas fabulosas realizadas por cientistas geniais; menosprezo pelos debates ocorridos no passado e o conhecimento científico apresentado como verdade absoluta e imutável (BASTOS, 1998).

Bastos (1998), complementando as ideias apresentadas por Martins (1990), aponta outros exemplos de equívocos na abordagem pedagógica da história da ciência:

- O uso de cronologias e personagens científicos, servindo apenas para que o estudante conheça nomes de alguns cientistas famosos, como “Einstein, em 1905, inventou ...”;
- O uso de anedotas, reais ou inventadas, sobre cientistas, podendo apresentar uma visão distorcida e mistificada da ciência, dos cientistas e do processo de produção do conhecimento, como por exemplo, quando se diz que Arquimedes saiu correndo nu gritando “*eureka*”;
- O uso da autoridade de um grande nome para reprimir dúvidas e impor doutrinas, como ao dizer que “Pasteur **provou** que os microorganismos são causadores de numerosas doenças...”.

O professor de Ciências, ao optar pelo uso de documentos, textos, imagens e registros da história da ciência como recurso pedagógico, está contribuindo para sua própria formação científica, além de propiciar melhorias na abordagem do conteúdo específico, pois sem a história da ciência perde-se a fundamentação dos fatos e argumentos efetivamente observados, propostos e discutidos em certas épocas. “Ensinar um resultado sem a fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência” (MARTINS, 1990, p. 04).

4.1.2 A divulgação científica

Um importante papel da divulgação científica é servir de alternativa para suprir a defasagem entre o conhecimento científico e o conhecimento científico escolar, permitindo a veiculação em linguagem acessível do conhecimento que é produzido pela ciência e dos métodos empregados nessa produção. Também, tem o papel de oportunizar ao professor de Ciências o contato com o conhecimento científico atualizado contribuindo desta forma para sua própria formação continuada (LINS DE BARROS, 2002).

O professor, ao optar pelo uso didático de materiais de divulgação científica como revistas, jornais, documentários, visitas a Museus e Centros de Ciências, entre outros, precisa considerar que este tipo de material não foi produzido originalmente para ser utilizado em sala de aula e, por isso, requer uma adequação didática.

Deverá, também, observar a qualidade desses materiais, selecionando tão somente os que tiverem linguagem adequada articulada a um rigor teórico conceitual que evita a banalização do conhecimento científico. O uso de material inadequado, bem como de anedotas, analogias, metáforas ou simplificações que desconsideram o rigor conceitual, compromete o ensino e prejudica a aprendizagem.

Dessa forma, a utilização de um documentário cujo tema se relacione com um conteúdo específico da disciplina pode ser uma boa estratégia de ensino, desde que o professor articule o conteúdo do filme com o conteúdo específico abordado e os processos cognitivos a serem desenvolvidos pelos estudantes, por meio de análise, reflexão, problematizações, etc. Na utilização de um texto de divulgação científica, por exemplo, o professor precisa identificar os conceitos e/ou informações mais significativas, fazer recortes e inserções, além de estabelecer relações conceituais, interdisciplinares e contextuais.

4.1.3 As atividades experimentais

As atividades experimentais estão presentes no ensino de Ciências desde sua origem e são estratégias de ensino fundamentais. Podem contribuir para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de ideias entre os estudantes, mas também pela natureza investigativa.

Entende-se por atividade experimental toda atividade prática cujo objetivo inicial é a observação seguida da demonstração ou da manipulação, utilizando-se de recursos como vidrarias, reagentes, instrumentos e equipamentos ou de materiais alternativos, a depender do tipo de atividade e do espaço pedagógico planejado para sua realização.



O professor, ao propor atividades experimentais, precisa considerar que sua intervenção (mediação didática) será essencial para a superação da observação como simples ação empírica e de descoberta. As atividades experimentais possibilitam ao professor gerar dúvidas, problematizar o conteúdo que pretende ensinar e contribuem para que o estudante construa suas hipóteses.

Como agente do processo ensino-aprendizagem e mediador do trabalho pedagógico, o professor deve dominar os conceitos apresentados na atividade experimental além de saber manipular equipamentos e reagentes.

Diante da concepção de ciência, entendida como dinâmica, falível e provisória, faz-se necessário que o professor valorize os resultados considerados “errados” e experimentos que “não funcionaram”. No entanto, tais “fracassos” devem ser úteis sob o ponto de vista pedagógico no sentido de se investigarem as causas dessas incorreções, geralmente ligadas aos limites de correspondência entre os modelos científicos e a realidade que representam. Entretanto, o uso pedagógico do erro e do fracasso das experiências não deve criar a expectativa de que as investigações na escola podem refutar teorias científicas.

É preciso superar o entendimento de que atividades experimentais sempre devem apresentar resultados verdadeiros. Desse modo, pode-se ampliar a crítica sobre as atividades experimentais espetaculares, coloridas, com efeitos explosivos que invariavelmente alcançam resultados esplêndidos. De fato, tais atividades devem ser consideradas estratégias de ensino que permitam o estudante refletir sobre o conteúdo em estudo e os contextos que o envolvem.

[...] não se trata de deixar de desenvolver atividades experimentais com essas características, porém a abordagem da experimentação em que a motivação está garantida e é incondicional a qualquer atividade experimental precisa ser superada. Se os alunos assim entendem e se motivam pela magia das atividades experimentais, cabe ao professor partir desse conhecimento inicial para problematizá-lo. Isso significa que o “surpreendente” que caracteriza a atividade experimental precisa ser transcendido na direção da construção de conhecimentos mais consistentes (GONÇALVES e GALIAZZI, 2004, p. 240).

Nesses termos, ao realizar a atividade experimental, ressalta-se a importância da contextualização do conteúdo específico de Ciências, bem como da discussão da história da ciência, da divulgação científica e das possíveis relações conceituais, interdisciplinares e contextuais.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ELEMENTOS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Tão importante quanto selecionar conteúdos específicos para o ensino de Ciências, é a escolha de abordagens, estratégias e recursos pedagógicos adequados

à mediação pedagógica. A escolha adequada desses elementos contribui para que o estudante se aproprie de conceitos científicos de forma mais significativa e para que o professor estabeleça critérios e instrumentos de avaliação.

O professor de Ciências, no momento da seleção de conteúdos específicos e da opção por determinadas abordagens, estratégias e recursos, dentre outros critérios, precisa levar em consideração o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Isto significa que uma estratégia adotada na 8ª série nem sempre pode ser aplicada na íntegra para os estudantes da 5ª série. Porém, não significa que os conteúdos tradicionalmente trabalhados na 8ª série não possam ser abordados na 5ª série, consideradas as necessidades de adequação de linguagem e nível conceitual.

Por exemplo: o conteúdo específico magnetismo pode ser trabalhado tanto com os estudantes da 8ª série quanto com os da 5ª série, desde que respeitada a adequação de linguagem, nível conceitual, estratégias e recursos de ensino. Para os estudantes da 8ª série pode-se desenvolver conceitos mais abstratos, como por exemplo, o de campo magnético. Para os estudantes da 5ª série é mais apropriado desenvolver conteúdos concretos, abordando, por exemplo, uma das propriedades da matéria: atração e repulsão.

Entretanto, outras variáveis interferem no processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos, dentre elas o enraizamento das concepções alternativas, as apropriações culturais locais ou regionais, a concepção de ciência do professor e a qualidade de sua prática de ensino.

O processo ensino-aprendizagem pode ser melhor articulado com o uso de:

- recursos pedagógicos/tecnológicos que enriquecem a prática docente, tais como: livro didático, texto de jornal, revista científica, figuras, revista em quadrinhos, música, quadro de giz, mapa (geográficos, sistemas biológicos, entre outros), globo, modelo didático (torso, esqueleto, célula, olho, desenvolvimento embrionário, entre outros), microscópio, lupa, jogo, telescópio, televisor, computador, retroprojeter, entre outros;
- de recursos instrucionais como organogramas, mapas conceituais, mapas de relações, diagramas V, gráficos, tabelas, infográficos, entre outros;
- de alguns espaços de pertinência pedagógica, dentre eles, feiras, museus, laboratórios, exposições de ciência, seminários e debates.

Diante de todas essas considerações propõem-se alguns elementos da prática pedagógica a serem valorizados no ensino de Ciências, tais como: a abordagem problematizadora, a relação contextual, a relação interdisciplinar, a pesquisa, a leitura científica, a atividade em grupo, a observação, a atividade experimental, os recursos instrucionais e o lúdico, entre outros.



4.2.1 A Abordagem Problematizadora

A ação de problematizar é mais do que a mera motivação para se iniciar um novo conteúdo. Essa ação possibilita a aproximação entre o conhecimento alternativo dos estudantes e o conhecimento científico escolar que se pretende ensinar. A abordagem problematizadora pode ser efetuada, evidenciando-se duas dimensões: na primeira, o professor leva em conta o conhecimento de situações significativas apresentadas pelos estudantes, problematizando-as; na segunda, o professor problematiza de forma que o estudante sinta a necessidade do conhecimento científico escolar para resolver os problemas apresentados.

4.2.2 A Relação Contextual

Contextualizar é uma forma de articular o conhecimento científico com o contexto histórico e geográfico do estudante, com outros momentos históricos, com os interesses políticos e econômicos que levaram à sua produção para que o conhecimento disciplinar seja potencialmente significativo. A relação contextual pode ser um ponto de partida, de modo a abordar o conteúdo mais próximo à realidade do estudante para uma posterior abordagem abstrata e específica. A relação contextual pode, também, ser o ponto de chegada caso o professor opte por iniciar a sua prática com conteúdos mais abstratos e reflexivos.

Nesse caso, contextualizar significa aproximar os conteúdos científicos escolares das estruturas sociais, políticas, éticas, tecnológicas, econômicas, entre outras. Esta aproximação, no âmbito pedagógico, se estabelece por meio de abordagens que fazem uso, necessariamente, de conceitos teóricos precisos e claros, voltados para as experiências sociais dos sujeitos históricos produtores do conhecimento.

4.2.3 A Relação Interdisciplinar

A relação interdisciplinar como elemento da prática pedagógica considera que muitos conteúdos, ainda que específicos, se articulam permanentemente com outros conteúdos e isso torna necessária uma aproximação entre eles, mesmo entre os tratados por diferentes disciplinas escolares. As relações interdisciplinares se estabelecem quando conceitos, modelos ou práticas de uma dada disciplina são incluídos no desenvolvimento do conteúdo de outra. Em Ciências, as relações interdisciplinares podem ocorrer quando o professor busca, nos conteúdos específicos de outras disciplinas, contribuições para o entendimento do objeto de estudo de Ciências, o conhecimento científico resultante da investigação da Natureza.

4.2.4 A Pesquisa

A pesquisa é uma estratégia de ensino que visa a construção do conhecimento. Essa estratégia inicia-se na procura de material de pesquisa, passa pela interpretação desse material e chega à construção das atividades. A pesquisa pode ser apresentada na forma escrita e/ou oral, entretanto, para que os objetivos pedagógicos sejam atingidos, se faz necessário que seja construída com redação do próprio estudante, pois ao organizar o texto escrito ele precisará sistematizar idéias e explicitar seu entendimento sobre o conteúdo com recursos do vocabulário que domina. Na apresentação oral o estudante deve superar a simples leitura e repetição, evidenciando a compreensão crítica do conteúdo pesquisado e explicitando a sua interpretação.

4.2.5 A Leitura científica

A leitura científica como recurso pedagógico permite aproximação entre os estudantes e o professor, pois propicia um maior aprofundamento de conceitos. Cabe ao professor analisar o material a ser trabalhado, levando-se em conta o grau de dificuldade da abordagem do conteúdo, o rigor conceitual e a linguagem utilizada. Dentre os diversos materiais de divulgação que podem ser utilizados como recursos pedagógicos, sugerem-se:

- Revistas Ciência Hoje e Ciência Hoje para as Crianças – Publicação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – disponível em: www.sbpnet.org.br
- Revista Eletrônica Café Orbital – Publicação do Observatório Nacional – Disponível em www.on.br (Ministério da Ciência e Tecnologia)
- Revistas Scientific American e Scientific American Brasil – Publicação da Editora Duetto – Disponível em www.sciam.com.br
- Portal dia-a-dia educação - Projeto Folhas – Disponível em www.diaadiaeducacao.pr.gov.br
- Coleção Explorando o Ensino – Educação Básica, Ministério da Educação – Disponível em www.mec.gov.br

4.2.6 A Atividade em grupo

No trabalho em grupo, o estudante tem a oportunidade de trocar experiências, apresentar suas proposições aos outros estudantes, confrontar ideias, desenvolver espírito de equipe e atitude colaborativa. Esta atividade permite aproximar o estudo de Ciências dos problemas reais, de modo a contribuir para a construção significativa de conhecimento pelo estudante.

4.2.7 A Observação



A utilização desse elemento estimula, no estudante, a capacidade de observar fenômenos em seus detalhes para estabelecer relações mais amplas sobre os mesmos. Por outro lado, permite que o professor perceba as dificuldades individuais de interpretar tais fenômenos devido à falta de atenção e a lacunas teórico-conceituais.

A observação é uma alternativa viável e coerente com a própria natureza da disciplina. O estudante pode desenvolver observações e superar a simples constatação de resultados, passando para construção de hipóteses que a própria observação possibilita.

4.2.8 A Atividade Experimental

A inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, quando mediada pelo professor de forma a desenvolver o interesse nos estudantes e criar situações de investigação para a formação de conceitos.

Tais atividades não têm como único espaço possível o laboratório escolar, visto que podem ser realizadas em outros espaços pedagógicos, como a sala de aula, e utilizar materiais alternativos aos convencionais.

Entretanto, é importante que essas práticas proporcionem discussões, interpretações e se coadunem com os conteúdos trabalhados em sala. Não devem, portanto, ser apenas momento de comprovação de leis e teorias ou meras ilustrações das aulas teóricas.

4.2.9 Os Recursos instrucionais

Os recursos instrucionais (mapas conceituais, organogramas, mapas de relações, diagramas V, gráficos, tabelas, infográficos, entre outros) podem e devem ser usados na análise do conteúdo científico escolar, no trabalho pedagógico/tecnológico e na avaliação da aprendizagem.

Esses recursos são instrumentos potencialmente significativos em sala de aula porque se fundamentam na aprendizagem significativa e subsidiam o professor em seu trabalho com o conteúdo científico escolar, porque são compostos por elementos extraídos da observação, das atividades experimentais, das relações contextuais e interdisciplinares, entre outros.

Os recursos instrucionais não possuem modelo único e não existem regras fixas a serem utilizadas na sua construção. Por exemplo, mapas de conceitos podem ter estruturas diversas, pois ultrapassam a ideia de serem apenas sínteses conceituais.

4.2.10 O Lúdico

O lúdico é uma forma de interação do estudante com o mundo, podendo utilizar-se de instrumentos que promovam a imaginação, a exploração, a curiosidade e o interesse, tais como jogos, brinquedos, modelos, exemplificações realizadas habitualmente pelo professor, entre outros.

O lúdico permite uma maior interação entre os assuntos abordados e, quanto mais intensa for esta interação, maior será o nível de percepções e reestruturações cognitivas realizadas pelo estudante. O lúdico deve ser considerado na prática pedagógica, independentemente da série e da faixa etária do estudante, porém, adequando-se a elas quanto à linguagem, a abordagem, as estratégias e aos recursos utilizados como apoio.

AVALIAÇÃO

A avaliação é atividade essencial do processo ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos escolares e, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases n. 9394/96, deve ser contínua e cumulativa em relação ao desempenho do estudante, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos.

Uma possibilidade de valorizar aspectos qualitativos no processo avaliativo seria considerar o que Hoffmann (1991) conceitua como avaliação mediadora em oposição a um processo classificatório, sentencioso, com base no modelo “transmitir-verificar-registrar”. Assim, a avaliação como prática pedagógica que compõe a mediação didática realizada pelo professor é entendida como “ação, movimento, provocação, na tentativa de reciprocidade intelectual entre os elementos da ação educativa. Professor e aluno buscando coordenar seus pontos de vista, trocando ideias, reorganizando-as” (HOFFMANN, 1991, p. 67).

A ação avaliativa é importante no processo ensino-aprendizagem, pois pode propiciar um momento de interação e construção de significados no qual o estudante aprende. Para que tal ação torne-se significativa, o professor precisa refletir e planejar sobre os procedimentos a serem utilizados e superar o modelo consolidado da avaliação tão somente classificatória e excludente.

Será preciso respeitar o estudante como um ser humano inserido no contexto das relações que permeiam a construção do conhecimento científico escolar. Desse modo, a considerar o modelo ensino-aprendizagem proposto nestas diretrizes, a avaliação deverá valorizar os conhecimentos alternativos do estudante, construídos no cotidiano, nas atividades experimentais, ou a partir de diferentes estratégias que envolvem recursos pedagógicos e instrucionais diversos. É fundamental que se valorize, também, o que se chama de “erro”, de modo a retomar a compreensão (equivocada) do estudante por meio de diversos instrumentos de ensino e de



avaliação.

O “erro” pode sugerir ao professor a maneira como o estudante está pensando e construindo sua rede de conceitos e significados e, neste contexto, se apresenta como importante elemento para o professor rever e articular o processo de ensino, em busca de sua superação (BARROS FILHO e SILVA, 2000). Cabe, então, a seguinte indagação: seria o “erro” um indicativo de que o estudante permanece com suas concepções alternativas não superadas, apesar da aquisição do conhecimento de conceitos científicos na escola?

Na aprendizagem significativa, o conteúdo específico ensinado passa a ter significado real para o estudante e, por isso, interage “com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo” (MOREIRA, 1999, p. 56). Mas, como o professor de Ciências poderia fazer para investigar se a aprendizagem de conceitos científicos escolares pelo estudante ocorreu de forma significativa?

A compreensão de um conceito científico escolar implica a aquisição de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980). Ao investigar se houve tal compreensão, o professor precisa utilizar instrumentos compostos por questões e problemas novos, não-familiares, que exijam a máxima transformação do conhecimento adquirido, isto é, que o estudante possa expressar em diferentes contextos a sua compreensão do conhecimento construído, pois

[...] é muito mais importante ter ideias claras sobre o que é aprendizagem significativa, organizar o ensino de modo a facilitá-la e avaliá-la coerentemente, talvez com novos instrumentos, mas, sobretudo com outra concepção de avaliação. Para avaliar a aprendizagem significativa, muito mais essencial do que instrumentos específicos é a mudança conceitual necessária por quem faz a avaliação (MOREIRA, 1999, p. 63).

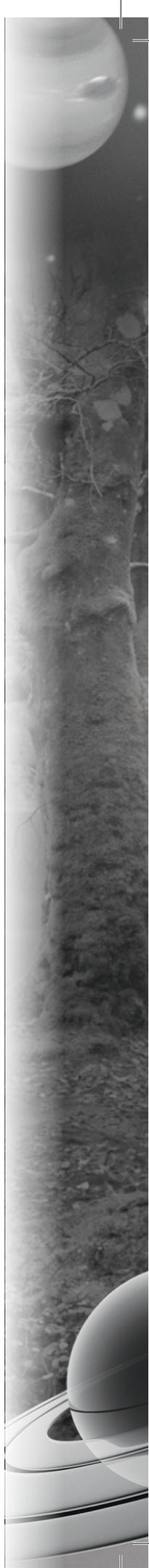
A investigação da aprendizagem significativa pelo professor pode ser por meio de problematizações envolvendo relações conceituais, interdisciplinares ou contextuais, ou mesmo a partir da utilização de jogos educativos, entre outras possibilidades, como o uso de recursos instrucionais que representem como o estudante tem solucionado os problemas propostos e as relações estabelecidas diante dessas problematizações.

Dentre essas possibilidades, a prova pode ser um excelente instrumento de investigação do aprendizado do estudante e de diagnóstico dos conceitos científicos escolares ainda não compreendidos por ele, além de indicar o quanto o nível de desenvolvimento potencial tornou-se um nível real (VYGOTSKY, 1991b). Para isso, as questões da prova precisam ser diversificadas e considerar outras relações além daquelas trabalhadas em sala de aula.

O diagnóstico permite saber como os conceitos científicos estão sendo compreendidos pelo estudante, corrigir os “erros” conceituais para a necessária retomada do ensino dos conceitos ainda não apropriados, diversificando-se recursos e estratégias para que ocorra a aprendizagem dos conceitos que envolvem:

- origem e evolução do universo;
- constituição e propriedades da matéria;
- sistemas biológicos de funcionamento dos seres vivos;
- conservação e transformação de energia;
- diversidade de espécies em relação dinâmica com o ambiente em que vivem, bem como os processos evolutivos envolvidos.

Nestes termos, avaliar no ensino de Ciências implica intervir no processo ensino-aprendizagem do estudante, para que ele compreenda o real significado dos conteúdos científicos escolares e do objeto de estudo de Ciências, visando uma aprendizagem realmente significativa para sua vida.



6 REFERÊNCIAS

- ANDERY, M. A.; MICHELETTO, N.; SERIO, T. M. P. [et al]. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 2004.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, *período: 1950 a 1980*. **Revista Ciência e Cultura**. Campinas, v.38, n.12, p. 1970-1983, dezembro, 1986.
- BARROS FILHO, J.; SILVA, D. da. Algumas reflexões sobre a avaliação dos estudantes no ensino de Ciências. **Ciência & Ensino**, n.9, p. 14-17, dez. 2000.
- BASTOS, F. História da ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 43-52.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2001.
- CHASSOT, A. Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Orgs.). **Currículo de Ciências em debate**. Campinas, SP: Papyrus, 2004. p. 13-44.
- CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2005.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1998.
- DURANT, J. O que é alfabetização científica? In: MASSARANI, L.; TURNEY, J; MOREIRA, I. C. (Org). **Terra incógnita: a interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.
- FERNANDES, J. A. B. Ensino de Ciências: a biologia na disciplina de Ciências. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia**, São Paulo, v.1, n.0, ago. 2005.
- FOUREZ, G. **A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das Ciências**. 3. ed. Ujuí: Unijuí, 1995.
- FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.
- FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro**. Petrópolis: Vozes, 2000.

FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: Funpec/Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1993.

GHIRALDELLI JR., P. **História da educação**. São Paulo: Cortez, 1991.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. do C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. *In*: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência enquanto ideologia**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

HOBSBAWM, E. J. A. **Era dos extremos. O breve século XX: 1914 – 1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

HOFFMANN, J. M. L. Avaliação: mito e desafio: uma perspectiva construtivista. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, 1991.

KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar;. São Paulo: EDUSP, 1980.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de Ciências**. São Paulo: EPU/Edusp, 1987.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências. **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LINS DE BARROS, H. A cidade e a ciência. *In*: MASSARANI, L.; MOREIRA, I C.; BRITO, F. **Ciência e Público: caminhos da educação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

LOPES, A. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

_____. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

LOPES, M. M. **O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as Ciências naturais no século XIX**. São Paulo: Hucitec, 1997.

MACEDO, E. F. de; LOPES, A. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das Ciências. *In*: LOPES, A. C; MACEDO, E. (Org.). **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 73 – 94

MARANDINO, M. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. **História, Ciências, Saúde, Manguinhos**, Fiocruz, Rio de Janeiro, v.12, p.161-181, 2005.

MARTINS, R. de A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.1, n.9, p. 3-5, ago. 1990.



MENEZES, L. C. de. Ensinar Ciências no próximo século. *In*: HAMBURGER, E. W.; MATOS, C. **O desafio de ensinar Ciências no século XXI**. São Paulo: Edusp/Estação Ciência; Brasília: Cnpq, 2000. p. 48-54.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UnB, 1999.

PONCZEK, R. L. Da bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica. *In*: ROCHA, J. F. (Org.). **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EduFBA, 2002. p. 21-139.

RAMOS, M. G. Epistemologia e ensino de Ciências: compreensões e perspectivas. *In*: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 13-36.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da filosofia**. São Paulo: Paulus, 2005.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997a.

_____. **História ilustrada da ciência: Oriente, Roma e Idade Média**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997b.

_____. **História ilustrada da ciência: da Renascença à Revolução Científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997c.

_____. **História ilustrada da ciência: a Ciência nos séculos XIX e XX**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997d.

RUSS, J. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Scipione, 1994.

SANTOS, S. A. dos; STANGE, C. E. B.; SANTOS, J. M. T. dos. Projeto IDEC: uma experiência com professores do Ensino Fundamental – 5ª. a 8ª. séries. *In*: SOUZA, O. A. de. **Universidade: pesquisa, sociedade e tecnologia**. Coleção Seminários de Pesquisa da UNICENTRO, v. 2, Guarapuava: UNICENTRO, 2005.

SEVCENKO, N. **A corrida para o século XXI: no loop da montanha-russa**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. *In*: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 23-40.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991a.

_____. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991b.

WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

ANEXO: CONTEÚDOS BÁSICOS DA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS

Este é o quadro de conteúdos básicos que a equipe disciplinar do Departamento de Educação Básica (DEB) sistematizou a partir das discussões realizadas com todos os professores do Estado do Paraná nos eventos de formação continuada ocorridos ao longo de 2007 e 2008 (*DEB Itinerante*).

Entende-se por conteúdos básicos os conhecimentos fundamentais para cada série da etapa final do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, considerados imprescindíveis para a formação conceitual dos estudantes nas diversas disciplinas da Educação Básica. O acesso a esses conhecimentos é direito do aluno na fase de escolarização em que se encontra e o trabalho pedagógico com tais conteúdos é responsabilidade do professor.

Nesse quadro, os conteúdos básicos estão apresentados por série e devem ser tomados como ponto de partida para a organização da proposta pedagógica curricular das escolas.

Por serem conhecimentos fundamentais para a série, não podem ser suprimidos nem reduzidos, porém, o professor poderá acrescentar outros conteúdos básicos na proposta pedagógica, de modo a enriquecer o trabalho de sua disciplina naquilo que a constitui como conhecimento especializado e sistematizado.

Esse quadro indica, também, como os conteúdos básicos se articulam com os conteúdos estruturantes da disciplina, que tipo de abordagem teórico-metodológica devem receber e, finalmente, a que expectativas de aprendizagem estão atrelados. Portanto, as Diretrizes Curriculares fundamentam essa seriação/sequência de conteúdos básicos e sua leitura atenta e aprofundada é imprescindível para compreensão do quadro.

No Plano de Trabalho Docente, os conteúdos básicos terão abordagens diversas a depender dos fundamentos que recebem de cada conteúdo estruturante. Quando necessário, serão desdobrados em conteúdos específicos, sempre considerando-se o aprofundamento a ser observado para a série e nível de ensino.

O plano é o lugar da criação pedagógica do professor, onde os conteúdos receberão abordagens contextualizadas histórica, social e politicamente, de modo que façam sentido para os alunos nas diversas realidades regionais, culturais e econômicas, contribuindo com sua formação cidadã.

O plano de trabalho docente é, portanto, o *currículo em ação*. Nele estará a expressão singular e de autoria, de cada professor, da concepção curricular construída nas discussões coletivas.



CIÊNCIAS ENSINO FUNDAMENTAL: 5ª SÉRIE/6º ANO

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AValiação
ASTRONOMIA	Universo Sistema solar Movimentos terrestres Movimentos celestes Astros	Os conteúdos específicos da disciplina de Ciências, selecionados a partir de critérios que levam em consideração o desenvolvimento cognitivo do estudante, o número de aulas semanais, as características regionais, entre outros, devem ser abordados considerando aspectos essenciais no ensino de Ciências; a história da ciência , a divulgação científica e as atividades experimentais .	O professor de Ciências precisa estabelecer critérios e selecionar instrumentos a fim de investigar a aprendizagem significativa sobre: <ul style="list-style-type: none"> • O entendimento das ocorrências astronômicas como fenômenos da natureza. • O reconhecimento das características básicas de diferenciação entre estrelas, planetas, planetas anões, satélites naturais, cometas, asteroides, meteoros e meteoritos. • O conhecimento da história da ciência, a respeito das teorias geocêntricas e heliocêntricas. • A compreensão dos movimentos de rotação e translação dos planetas constituintes do sistema solar. • O entendimento da constituição e propriedades da matéria, suas transformações, como fenômenos da natureza. • A compreensão da constituição do planeta Terra, no que se refere à atmosfera e crosta, solos, rochas, minerais, manto e núcleo. • O conhecimento dos fundamentos teóricos da composição da água presente no planeta Terra. • O entendimento da constituição dos sistemas orgânicos e fisiológicos como um todo integrado. • O reconhecimento das características gerais dos seres vivos. • A reflexão sobre a origem e a discussão a respeito da teoria celular como modelo explicativo da constituição dos organismos. • O conhecimento dos níveis de organização celular. • A interpretação do conceito de energia por meio da análise das suas mais diversas formas de manifestação. • O conhecimento a respeito da conversão de uma forma de energia em outra. • A interpretação do conceito de transmissão de energia. • O reconhecimento das particularidades relativas à energia mecânica, térmica, luminosa, nuclear, no que diz respeito a possíveis fontes e processos de irradiação, convecção e condução. • O entendimento dessas formas de energia relacionadas aos ciclos de matéria na natureza. • O reconhecimento da diversidade das espécies e sua classificação. • A distinção entre ecossistema, comunidade e população. • O conhecimento a respeito da extinção de espécies. • O entendimento a respeito da formação dos fósseis e sua relação com a produção contemporânea de energia não renovável. • A compreensão da ocorrência de fenômenos meteorológicos e catástrofes naturais e sua relação com os seres vivos.
MATÉRIA	Constituição da matéria	A abordagem desses conteúdos específicos deve contribuir para a formação de conceitos científicos escolares no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Ciências e de seu objeto de estudo (o conhecimento científico que resulta da investigação da Natureza), levando em consideração que, para tal formação conceitual, há necessidade de se valorizar as concepções alternativas dos estudantes em sua zona cognitiva real e as relações substantivas que se pretende com a mediação didática.	
SISTEMAS BIOLÓGICOS	Níveis de organização	Para tanto, as relações entre conceitos vinculados aos conteúdos estruturantes (relações conceituais), relações entre os conceitos científicos e conceitos pertencentes a outras disciplinas (relações interdisciplinares), e relações entre esses conceitos científicos e as questões sociais, tecnológicas, políticas, culturais e éticas (relações de contexto) se fundamentam e se constituem em importantes abordagens que direcionam o ensino de Ciências para a integração dos diversos contextos que permeiam os conceitos científicos escolares.	
ENERGIA	Formas de energia Conversão de energia Transmissão de energia		
BIODIVERSIDADE	Organização dos seres vivos Ecossistemas Evolução dos seres vivos	<p>Todos esses elementos podem auxiliar na prática pedagógica dos professores de Ciências, ao fazerem uso de problematizações, contextualizações, interdisciplinaridade, pesquisas, leituras científicas, atividade em grupo, observações, atividades experimentais, recursos instrucionais, atividades lúdicas, entre outros.</p>	

ENSINO FUNDAMENTAL: 6ª SÉRIE/7º ANO

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVALIAÇÃO
ASTRONOMIA	Astros Movimentos terrestres Movimentos celeste	Os conteúdos específicos da disciplina de Ciências, selecionados a partir de critérios que levam em consideração o desenvolvimento cognitivo do estudante, o número de aulas semanais, as características regionais, entre outros, devem ser abordados considerando aspectos essenciais no ensino de Ciências; a história da ciência , a divulgação científica e as atividades experimentais .	O professor de Ciências precisa estabelecer critérios e selecionar instrumentos a fim de investigar a aprendizagem significativa sobre: <ul style="list-style-type: none"> • A compreensão dos movimentos celestes a partir do referencial do planeta Terra. • A comparação dos movimentos aparentes do céu, noites e dias, eclipses do Sol e da Lua, com base no referencial Terra. • O reconhecimento dos padrões de movimento terrestre, as estações do ano e os movimentos celestes no tocante à observação de regiões do céu e constelações. • O entendimento da composição físico-química do Sol e a respeito da produção de energia solar. • O entendimento da constituição do planeta Terra primitivo, antes do surgimento da vida. • A compreensão da constituição da atmosfera terrestre primitiva, dos componentes essenciais ao surgimento da vida. • O conhecimento dos fundamentos da estrutura química da célula. • O conhecimento dos mecanismos de constituição da célula e as diferenças entre os tipos celulares. • A compreensão do fenômeno da fotossíntese e dos processos de conversão de energia na célula. • As relações entre os órgãos e sistemas animais e vegetais a partir do entendimento dos mecanismos celulares. • O entendimento do conceito de energia luminosa. • O entendimento da relação entre a energia luminosa solar e sua importância para com os seres vivos. • A identificação dos fundamentos da luz, as cores, e a radiação ultravioleta e infravermelha. • O entendimento do conceito de calor com energia térmica e suas relações com sistemas endotérmicos e ectotérmicos. • O entendimento do conceito de biodiversidade e sua amplitude de relações como os seres vivos, o ecossistema e os processos evolutivos. • O conhecimento a respeito da classificação dos seres vivos, de categorias taxonômicas, filogenia. • O entendimento das interações e sucessões ecológicas, cadeia alimentar, seres autótrofos e heterótrofos. • O conhecimento a respeito das eras geológicas e das teorias sobre a origem da vida, geração espontânea e biogênese.
MATÉRIA	Constituição da matéria	A abordagem desses conteúdos específicos deve contribuir para a formação de conceitos científicos escolares no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Ciências e de seu objeto de estudo (o conhecimento científico que resulta da investigação da Natureza), levando em consideração que, para tal formação conceitual, há necessidade de se valorizar as concepções alternativas dos estudantes em sua zona cognitiva real e as relações substantivas que se pretende com a mediação didática.	
SISTEMAS BIOLÓGICOS	Célula Morfologia e fisiologia dos seres vivos		
ENERGIA	Formas de energia Transmissão de energia	Para tanto, as relações entre conceitos vinculados aos conteúdos estruturantes (relações conceituais), relações entre os conceitos científicos e conceitos pertencentes a outras disciplinas (relações interdisciplinares), e relações entre esses conceitos científicos e as questões sociais, tecnológicas, políticas, culturais e éticas (relações de contexto) se fundamentam e se constituem em importantes abordagens que direcionam o ensino de Ciências para a integração dos diversos contextos que permeiam os conceitos científicos escolares.	
BIODIVERSIDADE	Origem da vida Organização dos seres vivos Sistemática	Todos esses elementos podem auxiliar na prática pedagógica dos professores de Ciências, ao fazerem uso de problematizações, contextualizações, interdisciplinaridade, pesquisas, leituras científicas, atividade em grupo, observações, atividades experimentais, recursos instrucionais, atividades lúdicas, entre outros.	

ENSINO FUNDAMENTAL: 7ª SÉRIE/8º ANO

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AValiação
ASTRONOMIA	Origem e evolução do Universo	Os conteúdos específicos da disciplina de Ciências, selecionados a partir de critérios que levam em consideração o desenvolvimento cognitivo do estudante, o número de aulas semanais, as características regionais, entre outros, devem ser abordados considerando aspectos essenciais no ensino de Ciências; a história da ciência , a divulgação científica e as atividades experimentais .	<p>O professor de Ciências precisa estabelecer critérios e selecionar instrumentos a fim de investigar a aprendizagem significativa sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A reflexão sobre os modelos científicos que abordam a origem e a evolução do universo. • As relações entre as teorias e sua evolução histórica. • A diferenciação das teorias que consideram um universo inflacionário e teorias que consideram o universo cíclico. • O conhecimento dos fundamentos da classificação cosmológica (galáxias, aglomerados, nebulosas, buracos negros, Lei de Hubble, idade do Universo, escala do Universo). • O conhecimento sobre o conceito de matéria e sua constituição, com base nos modelos atômicos. • O conceito de átomo, íons, elementos químicos, substâncias, ligações químicas, reações químicas. • O conhecimento das Leis da Conservação da Massa. • O conhecimento dos compostos orgânicos e relações destes com a constituição dos organismos vivos. • Os mecanismos celulares e sua estrutura, de modo a estabelecer um entendimento de como esses mecanismos se relacionam no trato das funções celulares. • O conhecimento da estrutura e funcionamento dos tecidos. • O entendimento dos conceitos que fundamentam os sistemas digestório, cardiovascular, respiratório, excretor e urinário. • Os fundamentos da energia química e suas fontes, modos de transmissão e armazenamento. • A relação dos fundamentos da energia química com a célula (ATP e ADP). • O entendimento dos fundamentos da energia mecânica e suas fontes, modos de transmissão e armazenamento. • O entendimento dos fundamentos da energia nuclear e suas fontes, modos de transmissão e armazenamento. • O entendimento das teorias evolutivas.
MATÉRIA	Constituição da matéria	A abordagem desses conteúdos específicos deve contribuir para a formação de conceitos científicos escolares no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Ciências e de seu objeto de estudo (o conhecimento científico que resulta da investigação da Natureza), levando em consideração que, para tal formação conceitual, há necessidade de se valorizar as concepções alternativas dos estudantes em sua zona cognitiva real e as relações substantivas que se pretende com a mediação didática.	
SISTEMAS BIOLÓGICOS	Célula Morfologia e fisiologia dos seres vivos		
ENERGIA	Formas de energia		
BIODIVERSIDADE	Evolução dos seres vivos	<p>Para tanto, as relações entre conceitos vinculados aos conteúdos estruturantes (relações conceituais), relações entre os conceitos científicos e conceitos pertencentes a outras disciplinas (relações interdisciplinares), e relações entre esses conceitos científicos e as questões sociais, tecnológicas, políticas, culturais e éticas (relações de contexto) se fundamentam e se constituem em importantes abordagens que direcionam o ensino de Ciências para a integração dos diversos contextos que permeiam os conceitos científicos escolares.</p> <p>Todos esses elementos podem auxiliar na prática pedagógica dos professores de Ciências, ao fazerem uso de problematizações, contextualizações, interdisciplinaridade, pesquisas, leituras científicas, atividade em grupo, observações, atividades experimentais, recursos instrucionais, atividades lúdicas, entre outros.</p>	

ENSINO FUNDAMENTAL: 8ª SÉRIE/9º ANO

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVALIAÇÃO
ASTRONOMIA	Astros Gravitação universal	Os conteúdos específicos da disciplina de Ciências, selecionados a partir de critérios que levam em consideração o desenvolvimento cognitivo do estudante, o número de aulas semanais, as características regionais, entre outros, devem ser abordados considerando aspectos essenciais no ensino de Ciências; a história da ciência , a divulgação científica e as atividades experimentais .	<p>O professor de Ciências precisa estabelecer critérios e selecionar instrumentos a fim de investigar a aprendizagem significativa sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O entendimento das Leis de Kepler para as órbitas dos planetas. • O entendimento das leis de Newton no tocante a gravitação universal. • A interpretação de fenômenos terrestres relacionados à gravidade, como as marés. • A compreensão das propriedades da matéria, massa, volume, densidade, compressibilidade, elasticidade, divisibilidade, indestrutibilidade, impenetrabilidade, maleabilidade, ductibilidade, flexibilidade, permeabilidade, dureza, tenacidade, cor, brilho, sabor. • A compreensão dos fundamentos teóricos que descrevem os sistemas nervoso, sensorial, reprodutor e endócrino. • O entendimento dos mecanismos de herança genética, os cromossomos, genes, os processos de mitose e meiose. • A compreensão dos sistemas conversores de energia, as fontes de energia e sua relação com a Lei da conservação da energia. • As relações entre sistemas conservativos. • O entendimento dos conceitos de movimento, deslocamento, velocidade, aceleração, trabalho e potência. • O entendimento do conceito de energia elétrica e sua relação com o magnetismo. • O entendimento dos fundamentos teóricos que descrevem os ciclos biogeoquímicos, bem como, as relações interespecíficas e intraespecíficas.
MATÉRIA	Propriedades da matéria	A abordagem desses conteúdos específicos deve contribuir para a formação de conceitos científicos escolares no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Ciências e de seu objeto de estudo (o conhecimento científico que resulta da investigação da Natureza), levando em consideração que, para tal formação conceitual, há necessidade de se valorizar as concepções alternativas dos estudantes em sua zona cognitiva real e as relações substantivas que se pretende com a mediação didática.	
SISTEMAS BIOLÓGICOS	Morfologia e fisiologia dos seres vivos Mecanismos de herança genética	Para tanto, as relações entre conceitos vinculados aos conteúdos estruturantes (relações conceituais), relações entre os conceitos científicos e conceitos pertencentes a outras disciplinas (relações interdisciplinares), e relações entre esses conceitos científicos e as questões sociais, tecnológicas, políticas, culturais e éticas (relações de contexto) se fundamentam e se constituem em importantes abordagens que direcionam o ensino de Ciências para a integração dos diversos contextos que permeiam os conceitos científicos escolares.	
ENERGIA	Formas de energia Conservação de energia	Todos esses elementos podem auxiliar na prática pedagógica dos professores de Ciências, ao fazerem uso de problematizações, contextualizações, interdisciplinaridade, pesquisas, leituras científicas, atividade em grupo, observações, atividades experimentais, recursos instrucionais, atividades lúdicas, entre outros.	
BIODIVERSIDADE	Interações ecológicas		



www.diaadiaeducacao.pr.gov.br