

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ
SUPERINTENDÊNCIA DA EDUCAÇÃO**

**DIRETRIZES CURRICULARES DE CIÊNCIAS
PARA O ENSINO FUNDAMENTAL**

2008

Departamento de Educação Básica**Chefe do Departamento de Educação Básica
Mary Lane Hutner****Equipe Técnico-Pedagógica de Ciências****Danislei Bertoni
Marcos Rocha
Ronival José Tonon
Tânia Mara Cabral**

(...) 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.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
1 DIMENSÃO HISTÓRICA DA DISCIPLINA.....	4
1.1 SOBRE O OBJETO DE ESTUDO.....	4
1.2 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO CONCEITO DE CIÊNCIA	5
1.3 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	6
1.3.1 Estado pré-científico.....	7
1.3.2 Estado científico	10
1.3.3 Estado do novo espírito científico.....	12
1.4 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL.....	12
1.4.1 A disciplina de Ciências no currículo das escolas brasileiras.....	14
2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	20
2.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS MÉTODOS CIENTÍFICOS.....	20
2.2 FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA IDADE ESCOLAR.....	21
2.3 CONHECIMENTO CIENTÍFICO ESCOLAR.....	23
2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	25
3 CONTEÚDOS ESTRUTURANTES.....	27
3.1 ASTRONOMIA.....	28
3.2 MATÉRIA.....	29
3.3 SISTEMAS BIOLÓGICOS.....	30
3.4 ENERGIA.....	30
3.5 BIODIVERSIDADE.....	31
4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO.....	33
4.1 ASPECTOS ESSENCIAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	33
4.1.1 A história da ciência.....	34
4.1.2 A divulgação científica.....	35
4.1.3 As atividades experimentais.....	36
4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	37
4.2.1 Problematização.....	38
4.2.2 Contextualização.....	38
4.2.3 Interdisciplinaridade.....	38
4.2.4 Pesquisa.....	39
4.2.5 Leitura científica.....	39
4.2.6 Atividade em grupo.....	40
4.2.7 Observação.....	40
4.2.8 Atividade Experimental.....	40
4.2.9 Recursos instrucionais.....	40
4.2.10 Lúdico.....	41
5 AVALIAÇÃO.....	42
6 REFERÊNCIAS.....	44

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, inserindo-se no contexto de um currículo centrado nas disciplinas de referência (Biologia, Física, Química, Geologia, Astronomia, entre outras) e que pressupõe uma perspectiva interdisciplinar (MACEDO e LOPES, 2002).

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 dos 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 dos recursos pedagógicos/tecnológicos disponíveis 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 Homem 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* legítima, então, os objetos de estudo das ciências naturais e da disciplina de Ciências. Denominar uma determinada ciência de natural é uma maneira de enunciar tal forma de legitimação (LOPES, 2007). 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 e tipo de resultado obtido. Assim, as chamadas ciências naturais passaram a ser tomadas

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

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 Homem 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.

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).

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.

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 compõe 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* 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:

O 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. O 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.9).

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 idéias 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 séc. XVIII. Dentre inúmeras publicações *Corpus Aristotelicum*, de Aristóteles, *De Humani Corporis Fabrica*, de Vesálius (1543), *Almagesto*, de Ptolomeu (1515); *Systema Naturae*, de Lineu (1735), podem representar muito bem este período, em que se registrava o conhecimento científico em grandes obras que o divulgava.

Essas publicações representam a busca de 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).

Outra possibilidade de explicação do mundo se deu, então, a partir do pensamento pré-científico que valorizou a observação das regularidades dos fenômenos da Natureza em busca de explicá-los por meio da razão em contraposição à simples crença. Porém, o pensamento pré-científico encontrava-se disseminado em meio a crenças essenciais da magia, e a Natureza era entendida sob o ponto de vista **animista**³. 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 exprimi o que, de um modo geral, era uma visão anímica da natureza (RONAN, 1997a, pp.12-13).

Esse novo modelo, construído a partir de observações e explicações realizadas diretamente sobre os fenômenos da natureza, permitiu ao ser humano afastar-se do *mythos*

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

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

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 idéia 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 atômico, 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 idéia da constituição da matéria, a partir dos quatro elementos, continuou a ser referência entre os pensadores gregos. Aristóteles, 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 **geocentrismo**. O modelo aristotélico do universo pressupunha a existência de um quinto elemento da *Natureza*, o éter, constituinte da lua, dos planetas e das estrelas fixas, esferas superiores à esfera da Terra que era a referência imóvel e central (geocentrismo) desse modelo.

Contemporâneos de Aristóteles, como por exemplo, Aristarco de Samos (aproximadamente 310 a.C. - 230 a.C.), posicionavam-se com outras possibilidades de entendimento dos movimentos dos corpos celestes (RONAN, 1997a). Neste modelo, propunha-se o Sol como centro do Universo, regido por movimentos circulares (**heliocentrismo**).

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 idéias 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 propunha 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.

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

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 (**organicismo**) 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 critério a descrição das estruturas anatômicas e comportamentais.

Os critérios de 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 (**fixismo**), mas mutáveis, evolutivos, integrantes de uma natureza dinâmica (**evolucionismo**).

O pensamento grego também influenciou na descrição das funções dos órgãos do corpo humano. Aristóteles, por exemplo, acreditava no coração como sendo o centro da consciência e no cérebro como o centro de 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 do organismo (**mecanicismo**). Tal modelo foi sistematizado pelos anatomistas do século XVI, entre eles, o médico Willian 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 idéia 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, entre outros.

As sistematizações de Lavoisier (1743-1794), no final do século XVIII, marcaram um importante momento para a ciência porque contribuíram para superar as idéias do flogisto que levaram a novas pesquisas na química, 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

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).

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 constitui-se 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 simples. Dentre as inúmeras publicações, destacam-se *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), *Traité élémentaire de chimie*, de Lavoisier, obras que podem representar muito bem este período em que o conhecimento científico resultava da aplicação de um único método.

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

Modelos explicativos utilizados no período pré-científico foram questionados, pois no estado científico o mundo era considerado mutável e o Universo 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 Futuyama (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, os conhecimentos químicos possibilitaram compreender que não era propriamente o ar que provocava o processo de putrefação, mas algo que estava presente no ar 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 idéia 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 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 da ciência 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-científico e científico, 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, freqüentadas 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 Antigüidade, 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 “idéia positiva de método único importaria 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, abordavam-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 alunos 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 alunos 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 auto-suficiente 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” (HOBSBAWM, 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 à 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 com base em aulas práticas. Tais idéias atingiram a escola brasileira na década de 1960 pela necessidade de preparação dos estudantes “mais aptos” para defesa do progresso, da ciência e da tecnologia nacionais.

As decisões políticas instituídas na LDB nº 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 ginásial 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.

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

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, entrando 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.

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 nº 5540/68) quanto no ensino de 1º e 2º graus (Lei nº 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 levava os filhos da classe trabalhadora ao ensino técnico. Esse movimento tinha como pressuposto a reserva das vagas dos cursos universitários para aqueles que 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 “conteudista” 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

¹⁰ “Em 1966, o Ibecc recebeu recursos da Fundação Ford para o treinamento de líderes que atuavam 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 subseqüentemente – 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)

estudantil e as lutas anti-segregação 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 nº 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 nº 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 foi desvalorizado e os PCN contribuíram para a perda de identidade da disciplina de Ciências, pois parte de seus conteúdos mais tradicionais foram englobados pelos Temas Transversais. O quadro conceitual de referência da disciplina e sua constituição histórica com campo do conhecimento ficaram, assim, 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, ficavam em segundo plano. A ênfase no desenvolvimento de atitudes e valores, bem como no trabalho pedagógico com os temas transversais enfraqueceram 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.

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.

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 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.

As discussões contemporâneas relativas à existência e à natureza do método científico são feitas, (...), 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” (DELIZOCOV e ANGOTTI, 1998, p.41), também podem ser apontados como pontos importantes.

No ensino de Ciências, ao assumir posicionamento contrário ao método único para toda e qualquer investigação científica da *Natureza*, faz-se necessário ampliar os

encaminhamentos metodológicos para abordar os conteúdos escolares de modo que os alunos superem os obstáculos conceituais oriundos de sua vivência cultural.

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 mapas mentais de representação 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 assimilação 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 só serão construídas à medida que novos conceitos são 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 científico e 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 sentido, os conhecimentos científicos escolares selecionados para serem ensinados na disciplina de Ciências têm origem nos modelos construídos a partir da investigação da Natureza. Pelo processo de mediação didática, então, 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 idéias. 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 comum 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).

A má formação inicial ou a carência de formação continuada do professor podem tornar-se outro obstáculo ao processo de ensino-aprendizagem, pois a falta de fundamentação teórico-metodológica dificulta uma seleção coerente de conteúdos, bem

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

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).

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).

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 idéia 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 e suas perspectivas para compreender que a produção científica é dinâmica, mas é, também, falível e, por isso, não deve ser entendida como uma verdade absoluta;
- Saber selecionar conteúdos adequados ao ensino, considerando o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes e o aprofundamento conceitual necessário. Tais conteúdos precisam ser potencialmente significativos, acessíveis aos estudantes e suscetíveis de interesse. Faz-se necessário, então, que o professor de Ciências conheça os 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.

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.

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

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 idéia-âncora (conceitos mais amplos) acaba por ser modificada e diferenciada (MOREIRA, 1999).

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 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 (VIGOTSKY,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).

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 idéia. (MOREIRA,1999).

3 CONTEÚDOS ESTRUTURANTES

O ensino formal do conhecimento científico escolar por meio da disciplina de Ciências não é a única maneira de acesso ao saber científico. As disciplinas integram um currículo fragmentado, no entanto, podem fundamentar um trabalho sistemático e eficaz para o ensino de conhecimentos científicos mediados para a escola básica (LOPES, 1999).

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”.

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.

Nestas diretrizes, o conceito de Conteúdo Estruturante é entendido como conhecimentos de grande amplitude que identificam e organizam as disciplinas escolares além de fundamentarem as abordagens pedagógicas dos conteúdos específicos.

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).

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 lidam com esse campo do conhecimento 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 tratam de três conceitos distintos.

Propõe-se, então, que o ensino de Ciências ocorra por meio de uma **integração conceitual** 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**

Os conteúdos estruturantes são constructos históricos e estão atrelados a uma concepção política de educação, por isso não são escolhas neutras. Por serem históricos, nem sempre serão os mesmos, pois em outro período e de outra perspectiva teórica essa seleção seria, certamente, diferente da apresentada nestas Diretrizes.

Propõe-se que o professor trabalhe com os cinco conteúdos estruturantes em todas as séries, a partir da seleção de conteúdos específicos 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.

Sugerem-se, a seguir, alguns conteúdos básicos que podem orientar a seleção de conteúdos específicos a serem trabalhados a partir de cada conteúdo estruturante.

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 o geocentrismo e o heliocentrismo, bem como sobre os métodos 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. Sugerem-se, a seguir, alguns conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos minimamente necessários para o entendimento de questões astronômicas e suas relações com o objeto de estudo da disciplina de Ciências:

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

Tais conteúdos básicos não se esgotam nas sugestões apresentadas e podem ser ampliados pelo professor em função de interesses regionais e do avanço na produção do conhecimento científico. Assim, como, em cada um deles devem ser selecionados conteúdos mais específicos.

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.

Sugerem-se alguns conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos essenciais para o entendimento da constituição e propriedades da matéria e suas relações com o objeto de estudo da disciplina de Ciências:

- constituição da matéria;
- propriedades da matéria.

Tais conteúdos básicos não se esgotam nas sugestões apresentadas e podem ser ampliados pelo professor em função de interesses regionais ou do avanço na produção do conhecimento científico. Assim, como, em cada um deles devem ser selecionados conteúdos mais específicos.

3.3 SISTEMAS BIOLÓGICOS

O conteúdo estruturante Sistemas Biológicos aborda a constituição dos sistemas orgânicos e fisiológicos, 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, sugerem-se alguns conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos escolares para o entendimento de questões sobre os sistemas biológicos de funcionamento dos seres vivos e suas relações com o objeto de estudo da disciplina de Ciências:

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

Tais conteúdos básicos não se esgotam nas sugestões apresentadas e podem ser ampliados pelo professor em função de interesses regionais ou do avanço na produção do conhecimento científico. Assim, como, em cada um deles devem ser selecionados conteúdos mais específicos.

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 idéias 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 Física 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, sugerem-se alguns 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 suas relações com o objeto de estudo da disciplina de Ciências:

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

Tais conteúdos básicos não se esgotam nas sugestões apresentadas e podem ser ampliados pelo professor em função de interesses regionais ou do avanço na produção do conhecimento científico. Assim, como, em cada um deles devem ser selecionados conteúdos mais específicos.

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 orgânica, 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 intra-relacionados. 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.

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

- organização dos seres vivos;
- sistemática;
- ecossistemas;

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

Tais conteúdos básicos não se esgotam nas sugestões apresentadas e podem ser ampliados pelo professor em função de interesses regionais ou do avanço na produção do conhecimento científico. Assim, como, em cada um deles devem ser selecionados conteúdos mais específicos.

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 alunos.

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 de Ciências disponíveis 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 relações a serem estabelecidas entre os conteúdos, dos recursos pedagógicos disponíveis, das estratégias de ensino que podem ser utilizadas e das expectativas de aprendizagem para um bom resultado final.

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; estabeleçam relações **interdisciplinares** e sejam abordados a partir dos **contextos** tecnológico, social, cultural, ético e político que os envolvem.

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 para os estudantes.

Diante da importância da organização do plano de trabalho docente e da existência de várias estratégias a serem utilizadas 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 recursos e estratégias, 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.

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.

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 (conscientemente 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.4).

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.4).

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 idéias 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.4).

4.1.2 A divulgação científica

Um importante papel da divulgação científica consiste em servir de alternativa para cobrir 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.

O professor deverá observar a qualidade desses materiais, selecionando tão somente os que tiverem linguagem adequada articulada a um rigor teórico conceitual que impede 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 alunos, 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, pois podem contribuir para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de idéias 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 mera ação empírica e de descoberta. As atividades experimentais possibilitam ao professor criar dúvidas, problematizar o conteúdo que pretende ensinar e contribuir 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 e de que há uma dicotomia irreversível entre aula teórica e aula prática. 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 tão somente 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 e das possíveis relações conceituais, interdisciplinares e contextuais.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Tão importante quanto selecionar conteúdos específicos para o ensino de Ciências, é a escolha de estratégias pedagógicas adequadas à mediação do professor. A estratégia contribui para que o estudante se aproprie de conceitos científicos de forma mais significativa.

O professor de Ciências, no momento da seleção dos conteúdos, das estratégias e dos recursos instrucionais, 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 alunos 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 alunos da 8ª série pode-se desenvolver conceitos mais abstratos, como por exemplo, o de campo magnético. Para os alunos 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 mais bem 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.

As estratégias de ensino e os recursos pedagógico-tecnológicos e instrucionais são fundamentais para a prática docente do professor de Ciências. Além disso, contribuem de forma significativa para melhorar as condições de aprendizagem aos estudantes.

Diante de todas essas considerações propõem-se alguns encaminhamentos metodológicos a serem valorizados no ensino de Ciências, tais como: a problematização, a contextualização, a interdisciplinaridade, a pesquisa, a leitura científica, a atividade em grupo, a observação, a atividade experimental, os recursos instrucionais e o lúdico.

4.2.1 Problematização

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 problematização como estratégia de ensino 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 realiza a problematização de forma que o estudante sinta a necessidade do conhecimento científico escolar para resolver os problemas apresentados.

4.2.2 Contextualização

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 contextualização pode ser um ponto de partida, de modo a abordar o conteúdo de modo mais concreto e próximo à realidade do aluno para uma posterior abordagem abstrata e específica. A contextualização 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 metodologias que fazem uso, necessariamente, de conceitos teóricos precisos e claros, voltados para a abordagem das experiências sociais dos sujeitos históricos produtores do conhecimento.

4.2.3 Interdisciplinaridade

A abordagem interdisciplinar como pressuposto metodológico 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 Ciências, o conhecimento científico resultante da investigação da Natureza.

4.2.4 Pesquisa

A pesquisa é uma estratégia de ensino que visa à 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 aluno, 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 Leitura científica

A leitura científica como estratégia de ensino, permite aproximação entre os estudantes e o professor, pois propicia o trabalho interdisciplinar e proporciona 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:

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

4.2.6 Atividade em grupo

No trabalho em grupo, o estudante tem a oportunidade de trocar experiências, apresentar suas proposições aos outros estudantes, confrontar idéias, 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 Observação

A estratégia da observação estimula, no aluno, a capacidade de observar fenômenos em seus detalhes para estabelecer relações mais amplas sobre eles. 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.

Esta estratégia é uma alternativa viável e coerente com a própria natureza da disciplina, pois 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 Atividade Experimental

A inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante estratégia 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 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, da experimentação, da contextualização, da interdisciplinaridade, entre outros. Assim, ampliam a possibilidade do estudante criar sentido para o que está aprendendo e tornam a aprendizagem significativa, seja no momento da aula, seja no momento da avaliação.

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 idéia de serem apenas sínteses conceituais.

4.2.10 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 nas estratégias de ensino independentemente da série e da faixa etária do estudante, porém, adequando-se a elas quanto ao encaminhamento, à linguagem e aos recursos utilizados como apoio.

5 AVALIAÇÃO

A avaliação é atividade essencial do processo ensino-aprendizagem dos conteúdos científicos e, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases nº 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 idéias, 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 aluno 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 idéias 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 idéias 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. e 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. e MACEDO, E. (Orgs). **Currículo de Ciências em debate**. Campinas, SP: Papirus, 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.
- HOBBSAWM, 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.

VYGOSTKY, 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.