

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

**DIRETRIZES CURRICULARES DE BIOLOGIA
PARA O ENSINO MÉDIO**

**CURITIBA
2008**

SUMÁRIO

1. DIMENSÃO HISTÓRICA DA DISCIPLINA

2. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

3. CONTEÚDOS ESTRUTURANTES

3.1 ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS

3.2 MECANISMOS BIOLÓGICOS

3.3 BIODIVERSIDADE

3.4 MANIPULAÇÃO GENÉTICA

4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

5. AVALIAÇÃO

6. REFERÊNCIAS

1 DIMENSÃO HISTÓRICA DA DISCIPLINA

A disciplina de Biologia tem como objeto de estudo o fenômeno VIDA. Ao longo da história da humanidade, muitos foram os conceitos elaborados sobre este fenômeno, numa tentativa de explicá-lo e, ao mesmo tempo, compreendê-lo.

Fernandes (2005, p. 4) afirma que

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.

A preocupação com a descrição dos seres vivos e dos fenômenos naturais levou o Homem a diferentes concepções de VIDA, de mundo e de seu papel como parte deste. Tal interesse sempre esteve relacionado à necessidade de garantir a sobrevivência humana.

Desde o Homem primitivo, caçador e coletor, as observações dos diferentes tipos de comportamento dos animais e da floração das plantas foram registradas nas pinturas rupestres como forma de representar sua curiosidade em explorar a natureza.

No entanto os conhecimentos apresentados pela disciplina de Biologia no Ensino Médio não resultam da apreensão contemplativa da natureza em si, mas dos modelos teóricos elaborados pelo homem – seus paradigmas teóricos –, que evidenciam o esforço de entender, explicar, usar e manipular os recursos naturais.

Para compreender os pensamentos que contribuíram na construção das diferentes concepções sobre o fenômeno VIDA e suas implicações no ensino, buscou-se, na História da Ciência, os contextos históricos nos quais influências religiosas, econômicas, políticas e sociais impulsionaram essa construção.

Pensamento biológico descritivo

A História da Ciência mostra que tentativas de definir a VIDA têm origem na Antigüidade. Idéias desse período, que contribuíram para o desenvolvimento da Biologia, tiveram como um dos principais pensadores o filósofo Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Esse filósofo deixou contribuições relevantes quanto à organização dos seres vivos, com interpretações filosóficas que buscavam, dentre outras, explicações para a compreensão da natureza.

Na Idade Média, a Igreja tornou-se uma instituição poderosa, tanto no aspecto religioso quanto no social, político e econômico. O conhecimento sobre o Universo,

vinculado a um Deus criador, foi oficializado pela Igreja Católica que o transformou em dogma.

Essa concepção teocêntrica permeou as explicações sobre a natureza e considerava que “para tudo que não podia ser explicado, visto ou reproduzido, havia uma razão divina; Deus era o responsável” (RAW, 2002, p.13).

A necessidade de organizar, sistematizar e agrupar o conhecimento produzido pelo Homem fez surgir as primeiras universidades medievais, nos séculos IX e X, como as de Bolonha e Paris. Nas universidades, sistematizou-se o conhecimento acumulado durante séculos e passou-se a discutí-lo de maneira distinta do que ocorria nos centros religiosos. Nessas universidades, mesmo sob a influência da Igreja, as divergências relativas aos estudos dos fenômenos naturais prenunciaram mudanças de pensamento em relação às concepções, até então hegemônicas, sobre aqueles fenômenos.

Com o rompimento da visão teocêntrica e da concepção filosófico-teológica medieval, os conceitos sobre o Homem passaram para o primeiro plano, iniciando uma nova perspectiva para a explicação dos fenômenos naturais. Esse movimento da ciência compreendeu, assim, o processo de superação de idéias antigas e emergência de novos modelos.

A história da Ciência, na Renascença, também foi marcada pelo confronto de idéias. Ao mesmo tempo em que alguns naturalistas utilizaram o pensamento matemático como instrumento para interpretar a ordem mecânica da natureza (ROSSI, 2001), outros, como os botânicos, realizavam seus estudos sob o enfoque descritivo. O número elevado de espécimes vegetais e a “uniformidade estrutural das plantas frutíferas (angiospermas) (MAYR, 1998, p. 199) despertaram maior interesse pela observação empírica e direta das plantas representando a preocupação dos naturalistas em descrever e ilustrar a natureza criada por Deus.

Na zoologia, a descrição dos animais também se desenvolveu, porém, de modo diferente da botânica. Os animais eram analisados de forma comparativa, com atenção maior à sua organização na *scala naturae* e com base no que hoje se denomina de comportamento e ecologia.

Os estudos de zoologia desenvolveram-se mais rapidamente a partir do avanço tecnológico, posteriores a 1800, com o desenvolvimento das técnicas de conservação dos animais que permitiram estudos anatômicos comparativos, dando novo impulso à sistemática animal e aperfeiçoando as observações e descrições feitas por Aristóteles (RONAN, 1987a; MAYR, 1998).

Nesse período surgiram novos conhecimentos biológicos, como por exemplo, a classificação dos seres vivos numa escala hierárquica envolvendo diferentes categorias e

denominações: gênero, família, espécie, ordem. Entretanto, muitos naturalistas se mantiveram sob a influência do paradigma aristotélico.

Diante de discussões sobre a classificação dos seres vivos por diversos naturalistas, Carl von Linné (1707-1778), considerado o principal organizador do sistema moderno de classificação científica dos organismos, propôs, em sua obra *Systema Naturae* (1735), a organização dos seres vivos a partir de características estruturais, anatômicas e comportamentais, “mantendo a visão de mundo estático idêntico em sua essência à criação perfeita do Criador” (FUTUYMA, 1993, p. 2), isto é, classificou os seres vivos mas manteve o princípio da criação divina.

Com Linné, o sistema descritivo possibilitou a organização da Biologia pela comparação das espécies coletadas em diferentes locais. Tal tendência refletiu a atitude contemplativa e interessada em retratar a beleza natural, com a exploração empírica da natureza pautada pelo método da observação e descrição, o que caracterizaria o *pensamento biológico descritivo*.

Sob a concepção descritiva, a vida era conceituada como “*expressão da natureza idealizada pelo sujeito racional*” (RUSS, 1994, p. 360-363).

Pensamento biológico mecanicista

Enquanto a zoologia, a botânica e a medicina trataram de explicar a natureza de forma descritiva, no contexto filosófico discutia-se a proposição de um método científico a ser adotado para compreender a natureza. Em meio às contradições desse período histórico, o pensamento do filósofo Francis Bacon (1561-1626) contribuiu para uma nova visão de Ciência, pois recuperou o domínio do homem sobre a natureza.

Ao introduzir suas idéias sobre aplicação prática do conhecimento, Bacon, propôs um procedimento de investigação que “substitui a revelação mística da verdade pelo caminho no qual ela é obtida pelo controle metódico e sistemático da observação” (FEIJÓ, 2003, p.18). Seu pensamento se contrapôs à filosofia aristotélica, a qual influenciou, por séculos, o modo de entender e explicar o mundo.

Neste mesmo período, o filósofo francês René Descartes (1596-1650) contrapõe-se ao pensamento baconiano considerando que “(...) o domínio e a compreensão do mundo requerem a aceitação de um poder especial na mente que assegurava a verdade: a razão humana (...)” (FEIJÓ, 2003, p.20). O uso da razão é a faculdade máxima do conhecimento e para isto, o uso do método permite “a ampliação ou o aumento dos conhecimentos e procedimentos seguros que permitem passar do já conhecido ao desconhecido” (CHAUÍ, 2005, p. 128).

Em meio a mudanças no mundo filosófico, o médico Willian Harvey (1578-1657), que, segundo Descartes, possuía “(...) uma visão de mundo baseada em uma filosofia mecanicista” publica a obra *De Modus Cordis*, em 1628, propondo um novo modelo referente à circulação do sangue, resultante de experiências com o corpo humano. Este modelo, não o método, foi acolhido por Descartes¹ (1596-1650) como uma das bases mais consistentes do que viria a se constituir como *pensamento biológico mecanicista*. (DELIZOICOV, 2006, p. 282).

Os embates teóricos tornaram-se mais evidentes com o questionamento sobre a origem da VIDA. As idéias sobre a geração espontânea, aceitas pelos naturalistas até o século XIX, começaram a ser contrariadas no século XVII quando o físico italiano Francesco Redi (1626-1698), entre outros, apresentou estudos sobre a biogênese.

Nas discussões sobre a natureza do desenvolvimento dos seres vivos, os defensores do pré-formismo defendiam a existência de estruturas pré-formadas no interior de um ovo, e atribuíam as principais qualidades formadoras ao pai, “enquanto seus opositores, que sustentavam a tese da epigênese” defendiam a “diferenciação gradual de um ovo inteiramente amorfo para os órgãos do adulto” (MAYR, 1998, p. 129).

Estabelecer conclusões sobre a origem da vida não foi possível naquele momento, uma vez que conhecimentos ainda não desenvolvidos impediam esclarecimentos e definições precisas sobre a natureza evolutiva.

O pensamento mecanicista reafirmou-se com a invenção e o aperfeiçoamento de instrumentos que permitiram ampliar a visão anatômica e fisiológica. Para entender o funcionamento da VIDA, a Biologia fracionou os organismos vivos em partes cada vez mais especializadas e menores, com o propósito de compreender as relações de causa e efeito no funcionamento de cada uma delas.

Entretanto, as modificações nas estruturas sociais, políticas e econômicas, concretizadas no Estado moderno europeu, favoreceram mudanças filosóficas e científicas. Nesse contexto,

Conceitos consagrados, tais como a posição central da Terra no Universo foram desafiados. Newton, Descartes e outros desenvolveram teorias estritamente mecanicistas dos fenômenos físicos. Ao final do século XVIII, o conceito de um mundo mutável foi aplicado à astronomia por Kant e Laplace, que desenvolveram noções sobre evolução estelar; à geologia, quando vieram à luz evidências de mudanças na crosta terrestre e da extinção das espécies; aos assuntos humanos, quando o Iluminismo introduziu ideais de progresso e aperfeiçoamento humanos (FUTUYMA, 1993, p.3).

Pensamento biológico evolutivo

¹ René Descartes é considerado fundador do pensamento científico moderno, estudioso nas áreas de matemática, ciências e filosofia.

Evidências sobre a extinção de espécies forjaram, no pensamento científico europeu, à luz dos novos achados, proposições para a teoria da evolução em confronto com as idéias anteriores. A idéia de mundo estático, que não admitia a evolução biológica, cada vez mais foi confrontada.

No fim do século XVIII e início do século XIX, a imutabilidade da VIDA foi questionada com as evidências do processo evolutivo dos seres vivos. Estudos sobre a mutação das espécies ao longo do tempo foram apresentados principalmente por Erasmus Darwin (1731-1802), médico, poeta e naturalista e por Jean-Baptiste de Monet, conhecido por Lamarck (1744-1829).

"Erasmus Darwin acreditava na herança de características adquiridas e, com essa crença, produziu o que decerto era uma emergente teoria da evolução, embora, de fato, ainda deixasse muitas questões sem resposta" (RONAN, 1987b, p. 9). Lamarck considerava a classificação importante, porém artificial, por acreditar na existência de uma "seqüência natural" para origem de todas as criaturas vivas e que elas mudavam guiadas pelo ambiente (RONAN, 1987b, p. 9).

Ao apresentar uma exposição ampliada de sua teoria, em *Philosophie Zoologique* (1809), Lamarck, adepto da teoria da geração espontânea, estabeleceu o conceito de sistema evolutivo em constante mudança; isto é, para ele, formas de vida inferiores surgem continuamente a partir da matéria inanimada e progredem inevitavelmente em direção a uma maior complexidade, progressão esta, controlada pelo ambiente.

No início do século XIX, o naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882) apresentou suas idéias sobre a evolução das espécies. Inicialmente, manteve-se fiel à doutrina da Igreja Anglicana. Entretanto, os espécimes coletados na viagem pelas Ilhas Galápagos começaram a lhe fornecer evidências de um mundo mutável. Com Darwin, a concepção teológica criacionista, que compreendia as espécies como imutáveis desde sua criação, deu lugar à reorganização temporal dessas espécies, inclusive do homem. "Quando lemos *A origem das espécies* não surge dúvida nenhuma de que Darwin incluía o Homem entre os produtos da seleção natural" (REALE & ANTISERI, 2005, p. 344).

Ao se afirmar que todos os seres vivos, atuais e do passado, tiveram origem evolutiva e que o principal agente de modificação seria a ação da seleção natural sobre a ação individual, criou-se a base para a *teoria da evolução das espécies*, assentada no ponto de intersecção entre o pensamento científico e filosófico. A idéia de propor generalizações teóricas sobre os seres vivos e sugerir evidências científicas, não mais teológicas, permitiu pensar também na mobilidade social do homem.

Para consolidar sua teoria sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou favorecidas na luta pela vida, Darwin valeu-se de evidências evolutivas, as quais foram consideradas provas e suporte de suas concepções: "o registro dos fósseis, a distribuição

geográfica das espécies, anatomia e embriologia comparadas e a modificação de organismos domesticados" (FUTUYMA, 1993, p. 6).

Darwin analisou as evidências evolutivas aplicando o que hoje é conhecido como *método hipotético-dedutivo*. Um exemplo clássico desse método é a análise da estrutura anatômica e fisiológica de membros anteriores de animais vertebrados, propondo a hipótese de que eles se originam e se desenvolvem de maneira muito semelhante, indicando uma ancestralidade comum entre eles.

Essa hipótese foi posteriormente testada para determinar se as deduções dela obtidas coadunam com a observação, ou seja, se o que foi levantado como hipótese evolutiva de um determinado ser vivo adequa-se às evidências experimentais. Para tanto, foram analisados os processos de desenvolvimento embrionário de diversos tipos de vertebrados, levantando evidências para corroborar a hipótese de que eles descendem de um mesmo ancestral.

Ainda assim, os mecanismos evolutivos foram alvo de discussões. Hull (1973) *apud* Futuyma (1993) afirmou que, durante a vida de Darwin, a hipótese da seleção natural foi compreendida por poucos e aceita por uma minoria. Para se contrapor à *teoria fixista*, faltavam-lhe dados sobre a natureza dos mecanismos hereditários.

As leis que regulam a hereditariedade, tal como foi proposto por Gregor Mendel (1822-1884), monge agostiniano e estudioso das ciências naturais, eram desconhecidas de Darwin. Na época, o modelo usado para explicar a hereditariedade defendia a herança por misturas, nas quais patrimônios heterogêneos dariam origem à homogeneidade entre indivíduos de uma mesma espécie, o que reforçaria o fixismo.

Em 1865, Mendel apresentou sua pesquisa sobre a transmissão de características entre os seres vivos. Ainda não se conheciam os mecanismos de divisão celular e de transmissão de caracteres hereditários. No entanto Mendel, baseado em conhecimentos desenvolvidos por outros pesquisadores, acrescidos de sua formação matemática e com cuidados especiais no planejamento e na execução das experiências, realizou diversos cruzamentos utilizando diferentes organismos. Destaque para suas pesquisas com vegetais da espécie *Pisum sativum* (ervilhas), nas quais observou que as características eram transmitidas.

No século XIX, a Biologia fez grandes progressos com a proposição da *teoria celular*, a partir de descrições feitas por naturalistas como os alemães Matthias Schleiden (1804-1881), em 1838, e Theodor Schwann (1810-1882), em 1839, ao afirmarem que todas as coisas vivas – animais e vegetais – eram compostas por células. O aperfeiçoamento dos estudos sobre a origem da vida contribuiu para a refutação do vitalismo e da idéia de geração espontânea.

No século XX, a nova geração de geneticistas confirmou os trabalhos de Mendel e provocou uma revolução conceitual na Biologia que contribuiu para a construção de um modelo explicativo dos mecanismos evolutivos, vinculados ao material genético, sob influência do *pensamento biológico evolutivo*.

O pensamento biológico da manipulação genética

Os estudos do geneticista Thomas Hunt Morgan (1866-1945) contribuíram para que a Genética se desenvolvesse como ciência e, aliada aos movimentos políticos e tecnológicos decorrentes das grandes guerras, promoveu uma ressignificação do darwinismo e deu força ao processo de unificação das Ciências Biológicas. Nesse contexto histórico e social, a Biologia começou a ser vista como utilitária pela aplicação de seus conhecimentos na medicina, na agricultura e em outras áreas.

Em meados da década de 1970, as discussões acerca do progresso da ciência, do trabalho científico nas instituições de pesquisa e do pensamento científico de cada época, expuseram a fragilidade da concepção de Ciência ainda limitada a uma epistemologia empírica. Assim, a crise da Ciência ficou exposta, como também, a necessidade de rever o método de construção do conhecimento científico.

O pensamento científico passou então, a utilizar diferentes formas de abordar a realidade objetiva, a considerar que essas formas coexistem e que essa coexistência indica a necessidade de rever o método científico como instrumento que confere às Ciências Físicas e Naturais o *status* de cientificidade.

Nesse contexto, a complexidade dos problemas estudados pela Biologia exigiu modificações do método. Mayr (1998) afirma que a necessidade de entendimento de sistemas biológicos tão complexos como os fisiológicos, implicou a necessidade de separar seus componentes, o que por um lado, favoreceu a análise de tais sistemas e, por outro, exigiu a combinação de diferentes abordagens para a compreensão da natureza como um todo.

A Biologia então, ampliou sua área de atuação e se diversificou. Uma dessas áreas é a biologia molecular, considerada por Mayr (1998) o centro dos interesses biológicos na atualidade. Os avanços dessa área, sobretudo os relativos à bioquímica, à biofísica e à própria biologia molecular, permitiram o desenvolvimento de inovações tecnológicas e interferiram no pensamento biológico evolutivo. Por exemplo, ao conhecer a estrutura e a função dos cromossomos foi possível desenvolver técnicas que permitiram intervir na estrutura do material genético e, assim, compreender, manipular e modificar a estrutura físico-química dos seres vivos e as conseqüentes alterações biológicas.

Esses conhecimentos geram conflitos filosóficos, científicos e sociais e põem em discussão a manipulação genética e suas implicações sobre o fenômeno VIDA. Essas controvérsias contribuem para que um novo modelo explicativo se constitua como base para o desenvolvimento do *pensamento biológico da manipulação genética*.

A disciplina de Biologia no currículo escolar brasileiro

O breve histórico apresentado nestas Diretrizes, pretendeu mostrar como se deu a construção do pensamento biológico, cujos recortes mais importantes fundamentam a escolha dos conteúdos estruturantes da disciplina de Biologia.

Para a Ciência, entretanto, em especial para a Biologia, esta construção ocorre em movimentos não-lineares, com momentos de crises, de mudanças de paradigmas e de busca constante por explicações sobre o fenômeno VIDA.

Organizar os conhecimentos biológicos construídos ao longo da história da humanidade e adequá-los ao sistema de ensino requer compreensão dos contextos em que a disciplina de Biologia é contemplada nos currículos escolares.

No Brasil, a primeira tentativa de organização do ensino correspondente ao atual Ensino Médio foi a criação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, em 1838. Nessa organização havia poucas atividades dedicadas às Ciências como a História Natural, Química, Física e a Matemática, com predomínio da formação humanista.

Entendida como busca da verdade, com base no pensamento mecanicista, a Ciência, no ensino, tinha reforçada a sua tradição descritiva, cuja metodologia estava centrada em aulas expositivas, com adoção de livros didáticos importados da França que traziam informações atualizadas relativas à área. Era adotado o método experimental como instrumento de reforço à teoria científica.

Na década de 1930, com a criação dos cursos superiores de Ciências Naturais, os currículos escolares ampliaram a abordagem dos conhecimentos biológicos, considerando também os fatores sociais e econômicos. Em termos metodológicos entretanto, manteve-se a ênfase no conteúdo, num ensino por natureza descritivo, livresco, teórico e memorístico.

Na década de 1950, a tendência da abordagem pedagógica em ciências era tratar os conteúdos considerando os vários grupos de organismos separadamente, e as suas relações filogenéticas (KRASILCHIK, 2004, p. 14). As aulas práticas tinham como meta tão somente ilustrar as aulas teóricas. Destaca-se, nesse período, a incorporação curricular de conteúdos decorrentes da produção científica após a Segunda Guerra Mundial.

Com as primeiras instituições brasileiras de produção de materiais didáticos para o Ensino de Ciências², foi criado, em 1946 o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e

² O uso do termo *Ensino de Ciências*, neste texto, refere-se às disciplinas de Biologia, Química e Física quando mencionadas em conjunto.

Cultura (IBECC) 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 & LORENZ, 1986, p. 1971), pretendendo, deste modo, promover a melhoria da qualidade do ensino.

No final dos anos de 1950, com a União Soviética em vantagem na corrida espacial, decorrente do lançamento do primeiro satélite artificial, o ensino de ciências foi questionado tanto nos Estados Unidos quanto na Inglaterra, o que gerou importantes investimentos na formação docente e na produção de material didático naqueles países.

Diante disto, na década de 1960, os Estados Unidos produziram o material curricular *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) para a disciplina de Biologia. Foram escritos três diferentes cadernos, o azul, o verde e o amarelo, que abrangiam os conteúdos bioquímicos, ecológicos e celulares.

Esses materiais reforçaram a importância de trazer para a escola conhecimentos atualizados da Biologia, com atenção especial à evolução. Por conta da influência do pensamento neodarwinista, uma das críticas a esses materiais foi a ênfase no ensino do método científico e na pedagogia da resolução de problemas através da investigação científica. Por esse enfoque pedagógico, seria iniciada na escola a formação de futuros cientistas.

O manual do professor, nesse material, destacava que os conhecimentos científicos atualizados poderiam

contribuir para dar ao aluno uma visão mais realista e inteligível da ciência. [... e ajudaria] a modificar as idéias extraordinariamente irreais, fantásticas e antagônicas que, segundo vários estudos demonstram, muitas pessoas fazem da ciência e dos cientistas. (PRETTO, 1985, p. 27).

Na realidade escolar brasileira, os procedimentos próprios do ensino de Ciências ficaram reduzidos à transmissão de um único método científico, consistente no conjunto de passos definidos e aplicados de modo a ensinar o aluno a agir como cientista, sob uma visão positivista de Ciência. Essa escola ainda estava voltada para atender os filhos da elite cultural brasileira, o que deu início ao deslocamento do foco da formação humanista para a científica.

Ainda na década de 1960, conforme Krasilchick (2004), três fatores provocaram alterações no ensino de Ciências no Brasil:

- o progresso da Biologia;
- a constatação internacional e nacional da importância do ensino de Ciências como fator de desenvolvimento;

- a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 4.024, de 2 de dezembro de 1961, que transferiu as decisões curriculares da administração federal para um sistema de cooperação entre a União, os Estados e os Municípios.

A tradicional divisão dos conteúdos em botânica e zoologia passou então, do estudo sistemático das diferenças dos seres vivos para a análise dos fenômenos comuns entre eles, incluindo assuntos sobre constituição molecular, ecologia, genética e evolução. Decorrentes das pesquisas nestas áreas destacaram-se, nesse período, a importância do método científico e a preocupação com a formação do cidadão.

Ainda na década de 1960, surgiram os Centros de Ciências, com a finalidade de melhorar o ensino, treinar professores, produzir e distribuir textos didáticos e materiais de laboratório para as escolas de seus respectivos estados.

Arroyo (1988, p. 5) afirma que

No final da década de sessenta e início da década de setenta, fez-se uma crítica rígida ao saber transmitido no sistema escolar brasileiro. Tratava-se com desprezo o chamado saber tradicional, visto como livresco, humanista, metafísico, apropriado a uma república de bacharéis diletantes e improdutivos. Propunha-se um saber moderno, técnico-científico, útil, prático, capaz de formar profissionais e trabalhadores eficientes para uma sociedade produtiva.

Na década de 1970, sob o impacto da revolução técnico-científica, as questões ambientais decorrentes da industrialização desencadearam uma nova concepção sobre o ensino de Ciências e passou-se a discutir as implicações sociais do desenvolvimento tecnológico e científico.

O sistema de ensino brasileiro sofreu mudanças significativas com a promulgação da Lei nº 5.692/71, que reformulou o ensino (básico) estruturando os de primeiro e segundo graus. Essa lei trazia, dentre outras alterações, o estabelecimento de um ensino tecnicista e a formação técnica compulsória para o segundo grau, visando atender ao regime vigente, voltado para a ideologia do *nacionalismo desenvolvimentista* (DEMARCHI D'AGOSTINI, 2000).

Conforme Krasilchik (1987, p. 18), “A escola secundária deve servir agora não mais à formação do futuro cientista ou profissional liberal, mas principalmente ao trabalhador, peça essencial para responder às demandas do desenvolvimento”.

Em meio à crise da década de 1980, foram feitas várias críticas às concepções que prevaleciam nos projetos para o ensino de Ciências da década anterior. O ponto central dessas críticas estava relacionado à idéia de ciência positivista e à metodologia científica usada pelo aluno.

Tais projetos eram permeados por uma concepção empírico-indutivista para o ensino de Biologia. Os conteúdos dessa disciplina eram aprendidos com base na observação, a

partir da qual poderiam ser explicados por raciocínios lógicos comprovados pela experimentação, essa deveria garantir a revelação de novos fatos de forma que o ciclo se fechava. Voltava-se, então, à observação, depois ao raciocínio e depois à experimentação.

Nos anos de 1980 a redemocratização do Brasil colocou em pauta pesquisas sobre a aprendizagem dos conceitos científicos, envolvendo a psicogênese desses conceitos e suas implicações na aprendizagem das Ciências. Os movimentos pedagógicos decorrentes desse campo de pesquisa reconheceriam como fonte de inspiração, para modelos de aprendizagem, a análise do processo de produção do conhecimento na Ciência.

Algumas dessas pesquisas consideravam os *modelos de concepções alternativas* ou espontâneas para analisar as "respostas erradas" dos alunos, ou seja, analisavam o conhecimento prévio do aluno sobre conceitos científicos. O ensino de ciências neste contexto passa a ser compreendido como um processo de transformação de concepções prévias dos alunos, em superação ao modelo de transmissão de conceitos (LOPES, 1999).

Na década de 1990, as discussões sobre os processos de ensino-aprendizagem em ciências foram "prioritariamente desenvolvidas a partir dos modelos de mudança conceitual. (...) visando à construção de metodologias que [permitiam] a apropriação de conceitos científicos por parte dos alunos, a partir de diferentes enfoques construtivistas" (LOPES, 1999, p. 201). No campo da mudança conceitual, as concepções prévias dos alunos, de início consideradas erradas, passaram a ser consideradas como concepções alternativas. Os estudos sobre elas analisavam o processo pelo qual os alunos demonstravam dominar a concepção científica de um determinado conteúdo, mudando suas concepções em favor de uma explicação científica.

Embora a mudança no contexto histórico e político dos anos de 1980 tenha favorecido a crítica ao contexto educacional, poucas alterações ocorreriam na sala de aula. As pesquisas sobre *concepções alternativas* e *mudança conceitual* ficaram limitadas ao contexto acadêmico. Moreira (1994) apud Schlichting (1997) afirma que "muito pouco do que se produz a partir da investigação sobre o ensino tem sido aproveitado no dia-a-dia da sala de aula".

Ao final da década de 1980 e início da seguinte, no Estado do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação propôs o Programa de Reestruturação do Ensino de segundo grau sob o referencial teórico da pedagogia histórico-crítica, na qual o conteúdo é visto como produção histórica e social o qual a educação escolar tem a obrigação de oferecer e o aluno tem o direito de conhecer. A abordagem desses conteúdos deve se dar na interação com a realidade concreta do aluno. Esse novo programa analisava as relações entre escola, trabalho e cidadania.

Nesta perspectiva, o ensino de 2.º Grau deve propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas, utilizados no processo de produção e não o

mero adestramento de técnicas produtivas. Esta concepção está a exigir medidas a curto, médio e longo prazo, voltadas ao suprimento e apoio à Rede Estadual de Ensino, visando propiciar meios para que ela cumpra suas funções e atinja plenamente seus objetivos, incluindo medidas de avaliação da atual política educacional, como também, das estratégias utilizadas para viabilização das práticas pedagógicas (PARANÁ, 1993, p. iv).

Para o ensino da disciplina, a proposta estabelecia seis temas que envolviam as respectivas ciências de referência da Biologia e noções de desenvolvimento científico e tecnológico:

1. Relações dos seres vivos e seu meio ambiente;
2. Organização dos seres vivos;
3. Classificação dos seres vivos;
4. Hereditariedade e ambiente;
5. Desenvolvimento científico e tecnológico no campo da Biologia;
6. Saúde humana.

O documento tinha por finalidade buscar uma alternativa metodológica para o ensino e também, dar oportunidade aos professores e alunos de uma visão tão ampla quanto possível da Biologia.

Apesar da tentativa de superar o ensino tradicional e tecnicista com a pedagogia histórico-crítica, o documento de reestruturação do segundo grau ainda apresentava os conteúdos de Biologia divididos por blocos tradicionais, reunidos em temas geradores, reproduzindo o padrão dos livros didáticos disponíveis no mercado. A pretensão de abordar a totalidade do conhecimento biológico caracterizava conteudismo.

Em 1998, foram promulgadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM – Resolução CNE/CEB nº 03/98), para normatizar a LDB nº 9.394/96. O ensino passou a ser organizado por áreas de conhecimento, ficando a Biologia disposta na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizaram o desenvolvimento de competências e habilidades em prejuízo de uma abordagem mais aprofundada dos conteúdos, direcionando o ensino para temas e desenvolvimento de projetos considerados necessários para a vida do aluno.

Os conhecimentos da Biologia expressos nos PCN apontaram como objeto de estudo da disciplina o fenômeno *vida*, em sua diversidade de manifestações. Os conceitos básicos da Biologia, porém, foram apresentados de forma reducionista, com ênfase nos resultados da Ciência e omissão do seu processo de produção, sem abordagem histórica (BIZZO, 2000; NARDI, 2002).

De modo geral, os PCN promoveram um esvaziamento dos conteúdos formais nas disciplinas, o que também ocorreu no ensino de Biologia, com a presença de temas geradores e criação de subsistemas, em que valores, conhecimentos e capacidades, e até

mesmo a Ciência, estariam continuamente em transformação, mas orientados por uma “sociedade aberta”³ (POPPER, 1987) e controlados pela competência individual.

Estas Diretrizes Curriculares, portanto, fundamentam-se na concepção histórica da Ciência articulada aos princípios da Filosofia da Ciência. Ao partir da dimensão histórica da disciplina de Biologia, foram identificados os marcos conceituais da construção do pensamento biológico. Estes marcos foram adotados como critérios para escolha dos *conteúdos estruturantes* e dos *encaminhamentos metodológicos*.

³ O conceito “sociedade aberta”, inscrito nesse parágrafo, parte do entendimento proposto por Popper na sua obra *A sociedade aberta e seus inimigos*. Popper descreve relações sociais em que prevalece o desenvolvimento de competências individuais, em detrimento dos interesses coletivos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

A incursão pela História e Filosofia da Ciência permite identificar a concepção de Ciência presente nas relações sociais de cada momento histórico, bem como as interferências que tal concepção sofre e provoca no processo de construção de conceitos sobre o fenômeno VIDA, reafirmado como objeto de estudo da Biologia.

A Ciência sempre esteve sujeita às interferências, determinações, tendências e transformações da sociedade, aos valores e ideologias e às necessidades materiais do Homem. Ao mesmo tempo em que sofre a sua interferência, nelas interfere (ANDERY, 1988; ARAÚJO, 2002).

Em meio a estas necessidades humanas, a Ciência visa encontrar explicações sobre os fatos. A crítica atenta às explicações sobre estes pode demarcar momentos de conflito entre as explicações e outras que se fortalecem a partir de filiações conceituais diversas. Estas indagações acerca da própria Ciência demarcam saltos qualitativos do conhecimento científico, fortalecendo a concepção de uma Ciência que nasce da luta contra o obscurantismo e a superação do senso comum, em que a história da ciência deva ser tão crítica quanto a própria Ciência (ASTOLFI & DEVELAY, 1991; LOVO, 2000).

A partir da noção de obstáculo epistemológico desenvolvida por Gaston Bachelard, é possível afirmar que "conhecemos *contra* [grifo do autor] um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos [...] aquilo que no próprio espírito constitui um obstáculo à espiritualização". Para o autor, não se parte do zero para ampliar o conhecimento. "Nada é natural. Nada é dado. Tudo é construído" (BACHELARD, 1971).

Como construção, o conhecimento é sempre um processo inacabado. Assim, a uma idéia atribui-se valor quando ela pode ser freqüentemente usada como resposta a questões postas. Essa idéia, entretanto, se mantida de maneira a impedir novas questões formativas, pode constituir um obstáculo ao desenvolvimento do conhecimento científico bem como à aprendizagem científica. No processo de ensino-aprendizagem, quando uma resposta se põe *a priori*, impedindo que o aluno exponha suas hipóteses, sua formulação de resposta à questão, também podemos considerá-la como um obstáculo à aprendizagem.

Como elemento da construção científica, a Biologia deve ser entendida como processo de produção do próprio desenvolvimento humano (ANDERY, 1988). O avanço da Biologia, portanto, é determinado pelas necessidades materiais do homem com vistas ao seu desenvolvimento, em cada momento histórico. De fato, o homem sofre a influência das exigências do meio social e das ingerências econômicas dele decorrentes, ao mesmo tempo em que nelas interfere. Desse modo, a mística que envolve o "acaso da descoberta" e o "cientista genial", na pesquisa, e o "cientista em miniatura", na escola, deve ser superada (FREIRE-MAIA, 1990).

A busca por entender os fenômenos naturais e a explicação racional da natureza levou o homem a propor concepções de mundo e interpretações que influenciam e são influenciadas pelo processo histórico da própria humanidade.

KNELLER, 1980, p. 13, afirma que:

a Ciência é intrinsecamente histórica. Não somente o conhecimento científico, mas também as técnicas pelas quais ele é produzido, as tradições de pesquisa que o produzem e as instituições que as apoiam, (sic) tudo isso muda em resposta a desenvolvimentos nelas e no mundo social e cultural a que pertencem. Se quisermos entender o que a Ciência realmente é, devemos considerá-la em primeiro lugar e acima de tudo uma sucessão de movimentos dentro do movimento mais amplo da própria civilização

A Ciência reflete o desenvolvimento e as rupturas ocorridas nos contextos sociais, políticos, econômicos e culturais dos diferentes momentos históricos. Em outros termos, se a incorporação da Ciência aos meios de produção promoveu intensificações nos avanços da sociedade, não se pode considerar que a Ciência somente acumula teorias, fatos, noções científicas aceitas na prática do cientista, mas cria modelos paradigmáticos que nascem da utilidade da Ciência em resposta às necessidades da sociedade.

Ao se tomar como referência a concepção de natureza do conhecimento científico proposta por Kuhn (2005), foram identificadas crises e rupturas no processo de construção do conhecimento biológico, ocorridos nos diferentes momentos históricos e seus respectivos contextos sociais, políticos, econômicos e culturais (KNELLER, 1980). O surgimento de novos paradigmas promoveu mudanças fundamentais na construção de conceitos biológicos, mas "um paradigma não se desenvolve e dá origem a outro; o novo paradigma é sempre uma novidade que nega o anterior, mas pode, às vezes, envolver parte dele" (FREIRE-MAIA, 1990).

Os paradigmas do pensamento biológico identificados compõem os conteúdos estruturantes para a disciplina de Biologia a partir dos quais, abordam-se os conteúdos específicos.

Nem sempre esses conteúdos estiveram relacionados à prática pedagógica de formação do pensamento analítico e crítico do aluno. Em determinados contextos históricos, esse mesmo conhecimento vinculado a uma concepção de educação, foi apresentado de modo a atender aos interesses da sociedade, contribuindo para reproduzir idéias que legitimam desigualdades sociais e discriminações raciais expostas até mesmo nos livros didáticos, por meio da sistematização dos conhecimentos biológicos, da receptividade e memorização, pelo aluno, do conteúdo enciclopédico e a-histórico (MIZUKAMI, 1986).

Refletir a partir de tal perspectiva significa pensar criticamente o ensino de Biologia, as abordagens do processo e o vínculo pedagógico, em consonância com as práticas sociais para romper com o relativismo cultural, a pedagogia das competências e com a

supremacia das práticas sociais hegemônicas, implícitas numa prática pedagógica que reduz a diversidade, enfatiza resultados, omitindo o processo histórico de produção do conhecimento.

No contexto dessas reflexões, entende-se que a disciplina de Biologia contribui para formar sujeitos críticos e atuantes, por meio de conteúdos que ampliem seu entendimento acerca do objeto de estudo – o fenômeno VIDA – em sua complexidade de relações, ou seja:

- na organização dos seres vivos;
- no funcionamento dos mecanismos biológicos;
- no estudo da biodiversidade em processos biológicos de variabilidade genética, hereditariedade e relações ecológicas; e
- na análise da manipulação genética.

Como consequência da retomada do objeto de estudo dessa disciplina, sobretudo ao considerar que ensinar Biologia incorpora a idéia de ensinar sobre a Ciência e a partir dela, o desenvolvimento da metodologia de ensino sofre influência de reflexões produzidas pela Filosofia da Ciência e pelo contexto histórico, político, social e cultural do desenvolvimento.

No ensino de Biologia, o ato de observar extrapola o olhar descomprometido ou o simples registro, pois inclui a identificação de variáveis relevantes e de medidas adequadas para o uso de instrumentais. Entretanto, considera-se a intencionalidade do observador, uma vez que ele é o sujeito do processo de observação, o que implica reconhecer a sua subjetividade.

No processo pedagógico, recomenda-se que se adote o método experimental como recurso de ensino para uma visão crítica dos conhecimentos da Biologia, sem a preocupação de busca de resultados únicos. Recomenda-se, ainda, que a observação seja considerada procedimento de investigação, dada sua importância como responsável pelos avanços da pesquisa no campo da Biologia. Alguns exemplos são as pesquisas que envolvem os Organismos Geneticamente Modificados (OGM), as células-tronco, os farmacogenéticos e os mecanismos de preservação ambiental.

Entretanto, ao introduzir a experimentação como integrante do processo pedagógico, faz-se necessário considerar os aspectos éticos da experimentação animal que envolvam a vivissecção de animais domésticos ou exóticos, ou ainda, experimentos que causem danos à fauna e flora nativa, à biodiversidade e, de modo mais amplo, ao próprio ser humano. Os experimentos, ao serem planejados, devem estar sempre amparados pelos dispositivos legais vigentes, tais como:

- Lei Estadual do Paraná nº 14.037, de 20 de março de 2003, que institui o Código Estadual de Proteção aos Animais;
- Lei de Biossegurança;
- Resoluções do Conama/MMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente);
- Política Nacional da Biodiversidade.

Como instrumento de transformação dos mecanismos de reprodução social, a aula experimental torna-se um espaço de organização, discussão e reflexão a partir de modelos que reproduzem o real.

Neste espaço, por mais simples que seja a experiência, ela se torna rica ao revelar as contradições entre o pensamento do aluno, o limite de validade das hipóteses levantadas e o conhecimento científico.

Por exemplo, ao tratar os processos biológicos, a experimentação pode contribuir para o estudo da biodiversidade a partir de um conceito mais amplo. Neste caso, a Biologia abrange um universo conceitual que se fundamenta na concepção evolutiva e entende os seres vivos além do contexto da classificação e do funcionamento de suas estruturas orgânicas. Estes conhecimentos biológicos envolvem as relações ecológicas, as transformações evolutivas e a variabilidade genética, e podem ser estudados a partir de modelos que procuram interpretar o real, nas aulas experimentais.

O pensamento evolutivo permite a compreensão do mundo mutável e revela uma concepção de Ciência que não pode ser considerada verdade absoluta e, no ensino de Biologia, passa a ser um processo de busca por explicações e de construção de modelos interpretativos assumindo seu caráter humano determinado pelo tempo histórico.

A metodologia de ensino da Biologia, nessa concepção, envolve o conjunto de processos organizados e integrados, quer no nível de célula, de indivíduo, de organismo no meio, na relação homem e natureza e nas relações sociais, políticas, econômicas e culturais.

Nesse contexto, as aulas experimentais podem significar uma crítica ao ensino com ênfase exclusiva na divulgação dos resultados do processo de produção do conhecimento científico, e apontar soluções que permitam a construção racional do conhecimento científico em sala de aula, sem dissociar as implicações deste conhecimento para o homem.

Cabe ressaltar que a aula assim concebida deve introduzir momentos de reflexão teórica com base na exposição dialogada, bem como a experimentação como possibilidade de superar o modelo tradicional das aulas práticas dissociadas das teóricas. As aulas práticas passam a fazer parte de um processo de ensino pensado e estruturado pelo professor, repensando-se inclusive, o local onde possam acontecer, não ficando restritas ao espaço de laboratório.

As aulas, desta forma, não são apenas experimentais ou apenas teóricas, mas pensadas de modo a assegurar a relação interativa entre o professor e o aluno, ambos tendo espaço para expor suas explicações, refletir a respeito das implicações de seus pressupostos e revê-los à luz das evidências científicas.

Assim, a experimentação deve ter como finalidade o uso de um método que privilegie a construção do conhecimento, em caráter de superação à condição de memorização direta, comportamentalista. Parte-se do pressuposto que a adoção de uma prática pedagógica fundamentada nas teorias críticas deve assegurar ao professor e ao aluno a participação ativa no processo pedagógico.

Desse modo, os conhecimentos biológicos, se compreendidos como produtos históricos indispensáveis à compreensão da prática social, podem contribuir para revelar a realidade concreta de forma crítica e explicitar as possibilidades de atuação dos sujeitos no processo de transformação desta realidade (LIBÂNEO, 1983).

O professor e o aluno comportam-se como sujeitos sócio-históricos situados numa classe social. Entretanto, ao professor compete direcionar o processo pedagógico, interferir e criar condições necessárias à apropriação do conhecimento pelo aluno como especificidade de seu papel social na relação pedagógica. Se por um lado os conhecimentos biológicos proporcionam ao aluno a aproximação com a experiência concreta dele, por outro, constituem elementos de análise crítica para superar concepções anteriores, estereótipos e pressões difusas da ideologia dominante (SNYDERS, 1974; LIBÂNEO, 1983). Essa superação decorre da ação pedagógica desencadeada e dos espaços de reflexão criados pelo professor.

Para o ensino de Biologia, propõe-se o método da prática social, que decorre das relações dialéticas entre conteúdo de ensino e concepção de mundo; entre a compreensão da realidade e a intervenção nesta realidade (SAVIANI, 1997; LIBÂNEO, 1983). Confrontam-se, assim, os saberes do aluno com o saber elaborado, na perspectiva de uma apropriação da concepção de Ciência como atividade humana. Ainda, busca-se a coerência por meio da qual o aluno seja agente desta apropriação do conhecimento.

Críticos como Michael Apple (2006) e Henry Giroux (1983) propõem como alternativa o fortalecimento de lutas contra-hegemônicas e de currículos que partam das desigualdades e da diversidade, que valorizem e incorporem as culturas vividas pelos alunos, respeitando seus saberes e suas experiências, e que possam desconstruir as tradicionais fronteiras entre a cultura popular, a cultura erudita e a cultura de massa.

Nestas Diretrizes Curriculares, valoriza-se a construção histórica dos conhecimentos biológicos, articulados à cultura científica, socialmente valorizada. A formação do sujeito crítico, reflexivo e analítico portanto, consolida-se por meio de um trabalho em que o professor reconhece a necessidade de superar concepções pedagógicas anteriores, ao

mesmo tempo em que compartilha com os alunos a afirmação e a produção de saberes científicos a favor da compreensão do fenômeno VIDA.

3 CONTEÚDOS ESTRUTURANTES

Estas diretrizes curriculares orientam uma nova relação professor-aluno-conhecimento. Por isso fez-se necessário identificar na História e Filosofia da Ciência os modelos/paradigmas teóricos elaborados pelo Homem para entender, explicar, usar e manipular os recursos naturais. Buscou-se compreender também, como esses paradigmas contribuem para a constituição da Biologia como Ciência e como disciplina escolar. A partir dessa reflexão foi construído o conceito de Conteúdo Estruturante, que baliza estas Diretrizes Curriculares.

Conteúdos Estruturantes são os saberes, conhecimentos de grande amplitude, que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo e ensino e, quando for o caso, de suas áreas de estudo.

Como constructos históricos atrelados a uma concepção política de educação, os Conteúdos Estruturantes não são sempre os mesmos. Em outro período histórico e com outra perspectiva teórica, a relação dos saberes que identificam a Biologia como campo do conhecimento será, certamente, diferente da apresentada nestas Diretrizes.

Na trajetória histórica da Biologia, percebe-se que o objeto de estudo disciplinar sempre esteve pautado pelo fenômeno VIDA, influenciado pelo pensamento historicamente construído, correspondente à concepção de Ciência de cada época e à maneira de conhecer a natureza (método).

Desde a antigüidade até a contemporaneidade, esse fenômeno foi entendido de diversas maneiras, conceituado tanto pela filosofia natural quanto pelas ciências naturais, de modo que se tornou referencial na construção do conhecimento biológico e na construção de modelos interpretativos do fenômeno VIDA.

Nestas Diretrizes Curriculares, são apresentados quatro modelos interpretativos do fenômeno VIDA, como base estrutural para o currículo de Biologia no Ensino Médio. Cada um deles deu origem a um conteúdo estruturante que permite conceituar VIDA em distintos momentos da história e, desta forma, auxiliar para que as grandes problemáticas da contemporaneidade sejam entendidas como construção humana.

Os conteúdos estruturantes foram assim definidos:

- organização dos seres vivos;
- mecanismos biológicos;
- biodiversidade;
- manipulação genética.

Para o ensino da disciplina de Biologia, constituída como conhecimento, os conteúdos estruturantes propostos evidenciam de que modo a ciência biológica tem influenciado a construção e a apropriação de uma concepção de mundo em suas implicações sociais, políticas, econômicas, culturais e ambientais.

Os conteúdos estruturantes de Biologia estão relacionados à sua historicidade para que se perceba a não-neutralidade da construção do pensamento científico e o caráter transitório do conhecimento elaborado.

Nestas Diretrizes Curriculares, a disciplina de Biologia deve ser capaz de relacionar diversos conhecimentos específicos entre si e com outras áreas de conhecimento; deve priorizar o desenvolvimento de conceitos cientificamente produzidos, e propiciar reflexão constante sobre as mudanças de tais conceitos em decorrência de questões emergentes.

Os conteúdos estruturantes são interdependentes e não devem ser seriados nem hierarquizados. Por exemplo: no conteúdo estruturante *organização dos seres vivos*, há a possibilidade de desdobramento no conteúdo específico *bactérias*. Tal conteúdo específico não deve ficar limitado à compreensão dada por esse conteúdo estruturante. A exemplo disso, o trabalho pedagógico deve propor um estudo da classificação das bactérias (*organização dos seres vivos*), para então, a partir deste, analisar as funções celulares (*mecanismos biológicos*), os processos evolutivos (*biodiversidade*) desses seres vivos, e a síntese de insulina por organismos geneticamente modificados (*manipulação genética*).

Espera-se que os conteúdos sejam abordados de forma integrada, com ênfase nos aspectos essenciais do objeto de estudo da disciplina, relacionados a conceitos oriundos das diversas ciências de referência da Biologia. Tais relações deverão ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio, num aprofundamento conceitual e reflexivo, com vistas a dotar o aluno das significações dos conteúdos em sua formação neste nível de ensino.

3.1 ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS

Este conteúdo estruturante possibilita conhecer os modelos teóricos historicamente construídos que propõem a organização dos seres vivos, relacionando-os à existência de características comuns entre estes e sua origem única (ancestralidade comum).

O trabalho pedagógico neste conteúdo estruturante deve abordar a classificação dos seres vivos como uma tentativa de conhecer e compreender a diversidade biológica, de maneira a agrupar e categorizar as espécies extintas e existentes.

Durante décadas, o estudo da vida e a necessidade de compreender e distinguir o vivo do não vivo enfatizou o estudo dos seres vivos quase exclusivamente em seu aspecto classificatório.

Historicamente, essa necessidade pode ser traduzida pelo trabalho de Carl Von Linné (1707-1778). Conhecedor da botânica, Linné organizou os seres vivos sem situá-los nos ambientes reais, sem determinar onde viviam e com quem efetivamente estabeleciam relações. Os estudos por ele desenvolvidos e o modelo de classificação por ele proposto constituem um paradigma teórico e representam o pensamento descritivo do conhecimento biológico.

Apesar do aspecto histórico da Ciência ter sido o critério para identificar este conteúdo estruturante, ele não se restringe somente aos aspectos classificatórios de Linné, mas inclui os estudos microscópicos de Anton van Leeuwenhoek (1623-1723) e de Robert Hooke (1635-1703). Além desses aspectos, também considera a representatividade de conceitos científicos do momento histórico atual, tais como os avanços da biologia no campo celular, no funcionamento dos órgãos e dos sistemas, nas abordagens genética, evolutiva, ecológica e da biologia molecular. Essa abordagem possibilita a análise e proposição de outros modelos de classificação dos seres vivos.

A classificação dos seres vivos começou a ser realizada na Antigüidade grega, com Aristóteles, e tem sofrido modificações através dos tempos de acordo com novos critérios científicos e avanços tecnológicos. Na atualidade, as modificações são decorrentes, principalmente, das contribuições no campo Biologia Molecular, com a possibilidade de análise do material genético.

Um dos sistemas mais adotados no ensino da Biologia distribui os seres vivos em cinco reinos, baseados na proposta de Robert Whittaker (1920-1980). Nesse sistema, o estudo dos organismos – vírus, bactérias, protozoários, fungos, animais e vegetais – possibilita compreender a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico.

Contudo, pesquisas recentes com base na análise de seqüências do ácido ribonucleico ribossomal propõem uma distribuição diferente, organizada em três grandes domínios: *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*. Tal proposta é também usada no ensino de Biologia, porém em menor medida.

O propósito deste conteúdo é partir do pensamento biológico descritivo para conhecer, compreender e analisar a diversidade biológica existente, sem no entanto, desconsiderar a influência dos demais conteúdos estruturantes, introduzindo-se o estudo das características e fatores que determinaram o aparecimento e/ou extinção de algumas espécies ao longo da história.

3.2 MECANISMOS BIOLÓGICOS

O conteúdo estruturante *mecanismos biológicos* privilegia o estudo dos mecanismos que explicam como os sistemas orgânicos dos seres vivos funcionam.

Assim, o trabalho pedagógico neste conteúdo estruturante, deve abordar desde o funcionamento dos sistemas que constituem os diferentes grupos de seres vivos, como por exemplo, a locomoção, a digestão e a respiração, até o estudo dos componentes celulares e suas respectivas funções.

Com a construção e aperfeiçoamento do microscópio e a contribuição de outros estudos da Física e da Química, foi possível estabelecer uma análise comparativa entre organismos unicelulares e pluricelulares, numa perspectiva evolutiva, como relata a História da Ciência.

Fato importante, e que marca a interferência da visão fragmentária e especializada sobre o conhecimento do ser vivo, foi o trabalho do médico William Harvey (1578 – 1657), que descreveu detalhadamente o sistema circulatório. Seu modelo explicativo viabiliza-se por conceber o coração como uma bomba hidráulica que impulsiona o sangue por todo o corpo. Neste contexto, as contribuições da Física têm papel fundamental para explicar como ocorrem, de forma mais sintética, essas funções vitais.

Ainda sobre o sistema circulatório, é possível destacar o papel do sistema imunológico, que age na defesa contra agentes invasores. Para compreendê-lo, foram necessários aprofundamentos nos estudos voltados para a atividade celular quanto à estrutura e funções, as quais foram mais bem estudadas com o emprego de técnicas de citoquímica e o auxílio fundamental do microscópio eletrônico.

Para compreender o funcionamento das estruturas que compõem os seres vivos, fez-se necessário, ao longo da construção do pensamento biológico, pensar o organismo de forma fragmentada, separada, permitindo análises especializadas de cada função biológica, sob uma visão microscópica do mundo natural.

Ao fragmentar tais estruturas, o botânico Mathias Schleiden (1804-1881) e o zoólogo Theodor Schwann (1810-1882), ambos alemães, criaram a *Teoria Celular* em meados do século XIX, estabelecendo a célula como a unidade morfofisiológica dos seres vivos, ou seja, a célula como a unidade básica da vida.

Pretende-se, neste conteúdo estruturante, partindo da visão mecanicista do pensamento biológico, baseada na visão macroscópica, descritiva e fragmentada da natureza, ampliar a discussão sobre a organização dos seres vivos, analisando o funcionamento dos sistemas orgânicos nos diferentes níveis de organização destes seres - do celular ao sistêmico. Esta análise deve considerar a visão evolutiva, a ser introduzida pelo conteúdo estruturante Biodiversidade, bem como as influências dos demais conteúdos estruturantes.

3.3 BIODIVERSIDADE

Este conteúdo estruturante possibilita o estudo, a análise e a indução para a busca de novos conhecimentos, na tentativa de compreender o conceito *biodiversidade*.

Ao propor este conteúdo estruturante, ampliam-se as explicações sobre como os sistemas orgânicos dos seres vivos funcionam. Da necessidade de compreender e distinguir o vivo do não vivo, enfatizando a classificação dos seres vivos, sua anatomia e sua fisiologia, chega-se à necessidade de compreender como as características e mecanismos biológicos estudados se originam. Tal necessidade pode ser traduzida pelo seguinte problema: como explicar o aparecimento e/ou extinção de seres vivos ao longo da história biológica da VIDA?

Essa necessidade de construir um modelo que possa explicar a organização natural dos seres vivos, situando-os no ambiente real, relacionando sua origem com suas características específicas e o local onde vivem, introduz o pensamento biológico evolutivo.

Consideram-se, nestas Diretrizes, as idéias do naturalista francês Lamarck (1744-1829), do naturalista britânico Charles Darwin e do naturalista inglês Alfred Russel Wallace (1823-1913), como um importante marco teórico, pelo modo como elas impulsionaram as explicações a respeito das diversas transformações ocorridas com os seres vivos ao longo do tempo e deram suporte à teoria sintética da evolução.

Wallace e Darwin propuseram uma teoria viável a partir do momento em que apresentaram a seleção natural como mecanismo responsável pela dinâmica da diversidade de espécies. Analisado como característica presente na complexidade da natureza, esse mecanismo não propicia para as espécies um caminho à perfeição, mas para o acúmulo de características hereditárias que, através do tempo, em dado momento filogenético de cada espécie, foram relativamente vantajosas.

Cada espécie apresenta assim, uma história evolutiva que descreve as possíveis espécies das quais descendem e as características e relações com outras espécies. Para organizar este processo evolutivo, o sistema natural de classificação proposto por Linné e a compreensão do funcionamento dos sistemas orgânicos, já não são suficientes para explicar a diversidade biológica.

Com os conhecimentos da genética, novos caminhos foram abertos, os quais permitiram melhorar a compreensão acerca dos processos de modificação dos seres vivos ao longo da história. De igual modo, as contribuições da ecologia foram e continuam sendo fundamentais para entender a diversidade biológica.

Pesquisas indicam que as informações genéticas representaram um ponto notável no desenvolvimento do saber e promoveram enorme avanço tecnológico na Ciência com a reabertura de debates sobre as implicações sociais, éticas e legais que existem, e que possivelmente ainda surgirão em consequência dessas pesquisas. Desse modo, a proposição da teoria da evolução consiste num modelo teórico que põe à prova as idéias

sobre a imutabilidade da vida, constituindo assim, o paradigma do pensamento biológico evolutivo.

Entende-se então, que o trabalho pedagógico neste conteúdo estruturante, deve abordar a biodiversidade como um sistema complexo de conhecimentos biológicos, interagindo num processo integrado e dinâmico e que envolve a variabilidade genética, a diversidade de seres vivos, as relações ecológicas estabelecidas entre eles e com a natureza, além dos processos evolutivos pelos quais os seres vivos têm sofrido transformações.

Com este conteúdo estruturante, pretende-se discutir os processos pelos quais os seres vivos sofrem modificações, perpetuam uma variabilidade genética e estabelecem relações ecológicas, garantindo a diversidade de seres vivos. Destaca-se assim, a construção do pensamento biológico evolutivo, considerando também o descritivo e o mecanicista, já apresentados.

3.4 MANIPULAÇÃO GENÉTICA

Este conteúdo estruturante trata das implicações dos conhecimentos da biologia molecular sobre a VIDA, na perspectiva dos avanços da biologia, com possibilidade de manipular o material genético dos seres vivos e permite questionar o conceito biológico da VIDA como fato natural, independente da ação do homem.

Da necessidade de ampliar o entendimento sobre a mutabilidade, chega-se à necessidade de compreender e explicar como determinadas características podem ser inseridas, modificadas ou excluídas do patrimônio genético de um ser vivo e transmitidas aos seus descendentes por meio de mecanismos biológicos que garantem sua perpetuação.

Ao propor este conteúdo estruturante, ampliam-se as explicações sobre como novos sistemas orgânicos se originam e como esse conhecimento interfere e modifica o conceito biológico VIDA.

Essa necessidade de compreender como os mecanismos hereditários de características específicas dos seres vivos são controlados constitui um modelo teórico explicativo que permite apresentar e discutir o pensamento biológico da manipulação do material genético (DNA). Desse modo, a manipulação do material genético em microorganismos, que traz importantes contribuições para a criação de produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas, alimentos, medicamentos, bem como propõe soluções para problemas ambientais, constitui fato histórico importante para este Conteúdo Estruturante, pois determina a mudança no modo de explicar o que é VIDA do ponto de vista biológico.

Essas contribuições, por sua vez, têm suscitado reflexões acerca das implicações éticas, morais, políticas e econômicas dessas manipulações.

A ciência e a tecnologia são conhecimentos produzidos pelos seres humanos e interferem no contexto de vida da humanidade, razão pela qual todo cidadão tem o direito de receber esclarecimentos sobre como as novas tecnologias vão afetar a sua vida.

Assim, o trabalho pedagógico, neste conteúdo estruturante, deve abordar os avanços da biologia molecular; as biotecnologias aplicadas e os aspectos bioéticos dos avanços biotecnológicos que envolvem a manipulação genética, permitindo compreender a interferência do homem na diversidade biológica.

A abordagem do conteúdo específico *organismo geneticamente modificado* a partir deste conteúdo estruturante permite perceber como a aplicação do conhecimento biológico interfere e modifica o contexto de vida da humanidade, e como requer a participação crítica de cidadãos responsáveis pela VIDA.

De acordo com Libâneo (1983), "ao mencionar o papel do professor, trata-se, de um lado, de obter o acesso do aluno aos conteúdos ligando-os com a experiência concreta dele - *a continuidade*; mas, de outro, de proporcionar elementos de análise crítica que ajudem o aluno a ultrapassar a experiência, os estereótipos, as pressões difusas da ideologia dominante - *a ruptura*".

Snyders, professor de Ciências da Educação da Universidade de Paris, em seu livro *A alegria de aprender na escola* (1991, p. 159-164), afirma que

No final da Guerra, depois que os americanos já estavam na França, fui preso e deportado. Este episódio me marcou muito porque foi aí que tive a experiência da infelicidade, da miséria, da humilhação. Era bom aluno, me saía bem nas provas, a vida ia bem e, bruscamente, pela primeira vez, apanhei, passei fome. Foi a partir deste momento que comecei a me preocupar com aqueles para quem esta experiência, que foi para mim temporária, representa o cotidiano.

É isto que perdemos de vista em Educação: o aluno precisa ter consciência da distância que há entre os grandes artistas e nós todos. Para tanto, ele precisa conhecê-los cada vez melhor a fim de que suas próprias produções sejam cada vez mais originais, mais válidas e mais ricas. É este ir e vir entre sua produção e a obra dos grandes artistas que enriquece o trabalho do aluno.

Dizer a verdade aos alunos não é suficiente para que eles aprendam. Para convencê-los, é preciso explicar por que eles se enganam. Deve-se iniciar, assim, pela crítica à sua concepção, para apresentar, depois, a teoria."

Quanto mais os alunos enfrentam dificuldades – de ordem física e econômica – mais a Escola deve ser um local que lhes traga outras coisas. Essa alegria não pode ser uma alegria que os desvie da luta, mas eles precisam ter o estímulo do prazer. A alegria deve ser prioridade para aqueles que sofrem mais fora da Escola.

Sob tal concepção pedagógica, em que se admite um conhecimento relativamente autônomo, assume-se que o saber tende a um conhecimento objetivo mas, ao mesmo tempo, representa a possibilidade de crítica frente a esse conteúdo.

4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Compreender o fenômeno da VIDA e sua complexidade de relações, na disciplina de Biologia, significa analisar uma Ciência em transformação, cujo caráter provisório permite a reavaliação dos seus resultados e possibilita repensar, mudar conceitos e teorias elaborados em cada momento histórico, social, político, econômico e cultural.

Conforme Krasilchik (2004, p. 45), as Ciências Biológicas têm apresentado uma expansão em seus conteúdos no decorrer dos tempos.

De uma ciência que se concentrava na descrição e nos conhecimentos qualitativos, com o desenvolvimento na bioquímica e na biofísica, de processos experimentais e de mensuração, bem como da análise estatística, a biologia passou a ser um campo de conhecimento com leis gerais, o que alargou e aprofundou suas dimensões, tornando muito difícil para o professor decidir o que deve ser fundamental, portanto incluído em seu curso e o que deve ser acessório, podendo conseqüentemente ser deixado de lado.

Essa expansão contribuiu para o caráter enciclopédico assumido pela prática pedagógica, inclusive pela falta de critérios de seleção que permitissem ao professor decidir o que era fundamental e o que era acessório.

A esse caráter enciclopédico somou-se a questão do tempo escolar, obviamente insuficiente para abranger um currículo tão extenso. Assim, os professores justificavam sua prática a-histórica, cuja intenção era divulgar os resultados da ciência.

Se, por um lado, os conteúdos se tornavam a-históricos e enciclopédicos, por outro, não se abria mão do conhecimento científico que garantia o objeto de estudo da Biologia.

Estas Diretrizes Curriculares para o ensino de Biologia firmam-se na construção a partir da práxis do professor. Objetiva-se, portanto, trazer os conteúdos de volta para os currículos escolares, mas numa perspectiva diferenciada, em que se retome a história da produção do conhecimento científico e da disciplina escolar e seus determinantes políticos, sociais e ideológicos.

A proposição dos conteúdos estruturantes na disciplina de Biologia sugere, inicialmente, a possibilidade de selecionar conteúdos específicos que farão parte da proposta curricular da escola. Outra possibilidade, igualmente importante, é relacionar os diversos conhecimentos específicos entre si e com outras áreas de conhecimento, propiciando reflexão constante sobre as mudanças conceituais em decorrência de questões emergentes.

Os quatro paradigmas metodológicos do conhecimento biológico, abordados anteriormente, o descritivo, o mecanicista, o evolutivo e o da manipulação genética representam um marco conceitual na construção do pensamento biológico identificado historicamente. De cada marco define-se um conteúdo estruturante e destacam-se

metodologias de pesquisa utilizadas, à época, para compreender o fenômeno VIDA, e cuja preocupação está em estabelecer critérios para seleção de conhecimentos desta disciplina a serem abordados no decorrer do Ensino Médio.

Embora os conteúdos estruturantes tenham sido identificados como concepções paradigmáticas do conhecimento biológico localizadas no tempo histórico, eles são interdependentes, pois se considera neste caso, o esforço empreendido para ampliar os modelos teóricos interpretativos de fatos e fenômenos naturais estudados pela Biologia.

Essa concepção metodológica permite que um mesmo conteúdo específico seja estudado em cada um dos conteúdos estruturantes, considerando-se a abordagem histórica que determinou a constituição daquele conteúdo estruturante e o seu propósito.

Assim, se o desenvolvimento dos conteúdos estruturantes se der de forma integrada, à medida em que se discuta um conteúdo específico do conteúdo estruturante *biodiversidade*, por exemplo, requerem-se conhecimentos sobre os *mecanismos biológicos* e *organização dos seres vivos* para compreender por que determinados fenômenos acontecem, como a VIDA se organiza na Terra e quais implicações dos avanços biológicos são decorrentes da manipulação genética.

Pretende-se discutir o processo de construção do pensamento biológico presente na História da Ciência e reconhecê-la como uma construção humana, como luta de idéias, solução de problemas e proposição de novos modelos interpretativos, não enfatizando somente seus resultados.

As explicações para o surgimento e a diversidade da vida levam à proposição de conhecimentos científicos, os quais conviveram e convivem com outros sistemas explicativos, tais como: teológicos, filosóficos e artísticos.

Com a introdução de elementos da história, torna-se possível compreender que há uma ampla rede de relações entre a produção científica o contexto e social, o econômico, o político e o cultural, verificando-se que a formulação, a validade ou não das diferentes teorias científicas, estão associadas ao momento histórico em que foram propostas e aos interesses dominantes do período.

Ao considerar o embate entre as diferentes concepções teóricas propostas para compreender um fato científico ao longo da história, torna-se evidente a dificuldade de consolidar novas concepções, em virtude das teorias anteriores, pois estas podem agir como obstáculos epistemológicos.

Importa, então, conhecer e respeitar a diversidade social, cultural e as idéias primeiras do aluno, como elementos que também podem constituir obstáculos à aprendizagem dos conceitos científicos que levam à compreensão do conceito VIDA.

Como recurso para diagnosticar as idéias primeiras do aluno é recomendável favorecer o debate em sala de aula, pois ele oportuniza análise e contribui para a formação

de um sujeito investigativo e interessado, que busca conhecer e compreender a realidade. Dizer que o aluno deva superar suas concepções anteriores implica promover ações pedagógicas que permitam tal superação.

Saviani (1997) e Gasparin (2002) apontam que o ensino dos conteúdos, neste caso conteúdos específicos de Biologia, necessita apoiar-se num processo pedagógico em que:

- *a prática social* se caracterize como ponto de partida, cujo objetivo é perceber e denotar, dar significação às concepções alternativas do aluno a partir de uma visão sincrética, desorganizada, de senso comum a respeito do conteúdo a ser trabalhado;
- *a problematização* implique o momento para detectar e apontar as questões a serem resolvidas na prática social e, por consequência, estabelecer que conhecimentos são necessários para a resolução destas questões e as exigências sociais de aplicação desse conhecimento;
- *a instrumentalização* consista em apresentar os conteúdos sistematizados para que os alunos assimilem e os transformem em instrumento de construção pessoal e profissional. Os alunos devem se apropriar das ferramentas culturais necessárias à luta social para superar a condição de exploração em que vivem;
- *a catarse* seja a fase de aproximação entre o conhecimento adquirido pelo aluno e o problema em questão. A partir da apropriação dos instrumentos culturais, transformados em elementos ativos de transformação social, o aluno passa a entender e elaborar novas estruturas de conhecimento, ou seja, passa da ação para a conscientização;
- *o retorno à prática social* se caracterize pela apropriação do saber concreto e pensado para atuar e transformar as relações de produção que impedem a construção de uma sociedade mais igualitária. A visão sincrética apresentada pelo aluno no início do processo passa de um estágio de menor compreensão do conhecimento científico a uma fase de maior clareza e compreensão, explicitada numa visão sintética. O processo educacional põe-se a serviço da referida transformação das relações de produção.

Ao adotar esta estratégia e ao retomar as metodologias que favoreceram a determinação dos marcos conceituais apresentados nestas Diretrizes Curriculares para o ensino de Biologia, propõe-se que sejam considerados os princípios metodológicos usados naqueles momentos históricos, porém, adequados ao ensino da atualidade.

Para cada conteúdo estruturante, propõe-se trabalhar os seguintes aspectos:

Organização dos seres vivos

A metodologia descritiva adotada no momento histórico em que esse conhecimento foi sistematizado no pensamento biológico implica a observação e descrição dos seres

vivos. Nestas Diretrizes, além disso, propõe-se ampliar a abordagem descritiva de modo a comparar as características estruturais anatômicas e comportamentais dos seres, com discussões entre os critérios usados de Linné até a atualidade, e com a introdução da análise genômica, que propicia compreender desde o conceito de mundo imutável até o modelo de mundo em constante mudança.

O trabalho pedagógico nesse conteúdo estruturante deve ser permeado por uma concepção metodológica que permita abordar a classificação dos seres vivos como uma das tentativas de conhecer e compreender a diversidade biológica, considerando inclusive a história biológica da VIDA. Desse modo, fica evidente a impossibilidade de discutir a classificação sem considerar as contribuições que decorrem do pensamento biológico evolutivo.

Mecanismos biológicos

Este conteúdo estruturante fundamenta-se no paradigma mecanicista para explicar os mecanismos biológicos baseados na análise dos conhecimentos sob uma perspectiva fragmentada, legitimada pelo método científico que propõe hipóteses que permitem analisar como os sistemas biológicos funcionam.

Embora o paradigma mecanicista seja o ponto de partida para propor os conteúdos específicos, nestas Diretrizes, considera-se que este conhecimento isolado é insuficiente para permitir ao aluno estabelecer relações entre os diversos mecanismos de funcionamento e manutenção da VIDA. É importante que o professor considere o aprofundamento, a especialização, o conhecimento objetivo dos mecanismos, para que se compreenda os sistemas vivos como fruto da interação entre seus elementos constituintes e da interação deste sistema com os demais componentes do seu meio.

Biodiversidade

Este conteúdo estruturante fundamenta-se no paradigma evolutivo. Entendida a Ciência como construção humana, a metodologia de ensino neste conteúdo estruturante caracteriza a diversidade da VIDA como um conjunto de processos organizados e integrados, quer no nível de uma célula, de um indivíduo, ou, ainda, de organismos no seu meio.

Nestas Diretrizes, pretende-se que as reflexões propostas partam das contribuições de Lamarck e Darwin para superar as idéias fixistas já superadas há muito pela ciência e supostamente pela sociedade. Pretende-se a superação das concepções alternativas do aluno, com a aproximação das concepções científicas, procurando relacionar os conceitos

da genética, da evolução e da ecologia, como forma de explicar a diversidade dos seres vivos.

Manipulação genética

Este conteúdo estruturante fundamenta-se no paradigma da manipulação genética. Ao propor este paradigma pretende-se propiciar a análise sobre as implicações dos avanços biológicos que se valem das técnicas de manipulação do material genético para o desenvolvimento da sociedade.

Uma possibilidade metodológica a ser adotada é a da problematização, que parte do princípio da provocação e mobilização do aluno na busca por conhecimentos necessários para resolver problemas. Estes problemas relacionam os conteúdos da Biologia ao cotidiano do aluno para que ele busque compreender e atuar na sociedade de forma crítica.

Atenção especial deve ser dada à maneira como os recursos pedagógicos serão trabalhados e aos critérios político-pedagógicos da seleção destes recursos, de modo que eles contribuam para uma leitura crítica e para os recortes necessários dos conteúdos específicos identificados como significativos para o Ensino Médio.

O uso de diferentes imagens em vídeo, transparências, fotos, textos de apoio usados com frequência nas aulas de Biologia, requerem a problematização em torno da demonstração e da interpretação. Analisar quais os objetivos e expectativas a serem atingidas, além da concepção de ciência que se agrega às atividades que utilizam estes recursos, pode contribuir para a compreensão do papel do aluno frente a tais atividades.

Estratégias de ensino como a aula dialogada, a leitura, a escrita, a experimentação, a demonstração, o estudo do meio, os jogos didáticos, entre tantas outras, devem favorecer a expressão dos alunos, seus pensamentos, suas percepções, significações, interpretações, uma vez que aprender envolve a produção/criação de novos significados, pois esse processo acarreta o encontro e o confronto das diferentes idéias propagadas em sala de aula.

Práticas tão comuns em sala de aula, a leitura e a escrita merecem atenção, porque por um lado são repletas de significações e por outro podem levar a interpretações equivocadas do conhecimento científico. Elas são demarcadoras do papel social assumido pelo professor e pelos alunos e devem ser pensadas a partir do significado das mediações, das influências e incorporações que os alunos demonstram.

Uma aula experimental, seja ela de manipulação de material ou demonstrativa, também representa importante estratégia de ensino. Para promover a aprendizagem, não é preciso um aparato experimental sofisticado, mas sim a sua organização, discussão e

análise, possibilitando a interação com fenômenos biológicos, a troca de informações entre os grupos que participam da aula e, portanto, a emergência de novas interpretações.

De acordo com estas Diretrizes, os experimentos podem ser o ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos ou permitir a aplicação das idéias discutidas em aula, de modo a levar os alunos a aproximarem teoria e prática e, ao mesmo tempo, permitir que o professor perceba as explicações e as dúvidas manifestadas por seus alunos.

Devem-se considerar também as aulas demonstrativas como importante estratégia de ensino. Entretanto, é preciso permitir a participação do aluno e não apenas tê-lo como observador passivo. Algumas vezes, a atividade prática demonstrativa implica a idéia da existência de verdades definidas e formuladas em leis já comprovadas, isto é, de uma ciência de realidade imutável.

De outro lado, a atividade prática, como resolução de problemas ou de hipóteses, pode trazer uma concepção de Ciência diferente, como interpretação da realidade, de maneira que as teorias e hipóteses são consideradas explicações provisórias. Nesse caso, estabelece-se maior contato do aluno com o experimento e com a atitude científica.

Outra estratégia que, além de integrar conhecimentos, veicula uma concepção sobre a relação homem-ambiente e possibilita novas elaborações em pesquisa, é o estudo do meio. Este estudo pode ocorrer em locais como: parques, praças, terrenos baldios, praias, bosques, rios, zoológicos, hortas, mercados, aterros sanitários, fábricas, etc.

Também os jogos didáticos contribuem para gerar desafios, conforme Moura (1994), o jogo é considerado uma estratégia impregnada de conteúdos culturais a serem veiculados na escola. Ele detém conteúdos com finalidade de desenvolver habilidades de resolução de problemas, o que representa a oportunidade de traçar planos de ações para atingir determinados objetivos.

5 AVALIAÇÃO

A avaliação é um dos aspectos do processo pedagógico que mais carece de mudança didática para favorecer uma reflexão crítica de idéias e modificar comportamentos docentes de "senso comum" muito persistentes (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2001).

As concepções reducionistas e simplistas do processo avaliativo requerem análise e questionamento. De acordo com Carvalho & Gil-Pérez (2001), ainda estão no senso comum do ambiente escolar as seguintes noções:

- é fácil avaliar os conhecimentos científicos, devido a sua precisão e objetividade;
- o fracasso é inevitável, pois a Biologia tem conhecimentos difíceis, que não estão ao alcance de todos. Ao se aprovar demais, a disciplina é uma "brincadeira"; então, convém ser "exigente" desde o início;
- tal fracasso, por vezes muito elevado, pode ser atribuído a fatores extra-escolares, como capacidade intelectual e ambiente familiar;
- a prova deve ser discriminatória e produzir uma distribuição de notas em escala descendente;
- a função essencial da avaliação é medir a capacidade e o aproveitamento do aluno, destinando-o à promoção e seleção classificatória de cunho autoritário.

A superação deste senso comum implica em estudos, pesquisas e análises de resultados que permitam a elaboração de programas de formação continuada para os professores envolvidos no processo ensino-aprendizagem, a fim de possibilitar a elaboração de uma concepção de avaliação adequada à realidade escolar da qual participa.

Muitos professores mantêm-se crédulos ao sistema de avaliação classificatório por acreditar ser este a garantia de um ensino de qualidade que resguarde um saber competente dos alunos (HOFFMANN, 2003). Quando a concepção de avaliação é classificatória, pautada em critérios que visam medir o aproveitamento, identificam-se erros, dificuldades de aprendizagem, porém, não se sabe o que fazer com as informações levantadas e os professores acabam por não se preocuparem em "auxiliar o aluno a resolver suas dificuldades ou a avançar no seu conhecimento" (HOOFMANN, 2003, p.121).

Tomando por base as análises desenvolvidas pelas autoras Carvalho e Hoffmann, considera-se a necessidade de envolvimento dos professores na análise crítica da própria avaliação. Conforme Carvalho & Gil-Pérez (2001) é preciso que os professores se envolvam numa análise crítica que aponte conceber e considerar a avaliação em Biologia com instrumento de aprendizagem que permita fornecer um *feedback* adequado para promover o avanço dos alunos. Ao considerar o professor co-responsável pelos resultados que os

alunos obtiverem, o foco da pergunta muda de "quem merece uma valorização positiva e quem não" para "que auxílio precisa cada aluno para continuar avançando e alcançar os resultados desejados". Além disso, introduzir formas de avaliação da prática docente como instrumento para melhorar o ensino.

Nestas Diretrizes, ao assumir fundamentos teórico-metodológicos que garantam uma abordagem pedagógica crítica para o ensino de Biologia, propõe-se um trabalho pedagógico em que se perceba o processo cognitivo contínuo, inacabado, portanto, em construção.

Nesta perspectiva, a avaliação como momento do processo ensino aprendizagem, abandona a idéia de que o erro e a dúvida constituem obstáculos impostos à continuidade do processo. Ao contrário, o aparecimento de erros e dúvidas dos alunos constituem importantes elementos para avaliar o processo de mediação desencadeado pelo professor entre o conhecimento e o aluno. A ação docente também estará sujeita a avaliação e exigirá observação e investigação visando à melhoria da qualidade do ensino.

Deste modo, na disciplina de Biologia, avaliar implica um processo cuja finalidade é obter informações necessárias sobre o desenvolvimento da prática pedagógica para nela intervir e reformular os processos de ensino-aprendizagem. Pressupõe-se uma tomada de decisão, em que o aluno também tome conhecimento dos resultados de sua aprendizagem e organize-se para as mudanças necessárias.

Destaca-se que este processo deve procurar atender aos critérios para a verificação do rendimento escolar previstos na LDB nº 9394/96 que considera a avaliação como um processo "contínuo e cumulativo, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos...".

Enfim, adota-se como pressuposto a avaliação como instrumento analítico do processo de ensino aprendizagem que se configura em um conjunto de ações pedagógicas pensadas e realizadas ao longo do ano letivo, de modo que professores e alunos tornam-se observadores dos avanços e dificuldades a fim de superarem os obstáculos existentes.

6. REFERÊNCIAS

- ANDERY, M. A. *et al.* **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica.** São Paulo: EDUC, 1988.
- APPLE, M. W. **Ideologia e currículo.** Porto Alegre: Artmed, 2006.
- ARROYO, M. G. A função do ensino de Ciências. **Em Aberto.** ano 7, n. 40, out/dez, 1988.
- ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. **A didática das ciências.** Campinas: Papirus, 1991.
- BACHELARD, G. **A epistemologia.** Rio de Janeiro: Edições 70, 1971.
- BARRA, V. M. & LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, *período: 1950 a 1980.* **Revista Ciência e Cultura.** Campinas, v. 38 n. 12, p. 1970 - 1983, dezembro, 1986.
- BIZZO, N. **Ciência fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. & GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2001.
- CHAUÍ, M. **Convite à filosofia.** São Paulo: Ática, 2005.
- DELIZOICOV, N. Ensino do sistema sanguíneo humano: a dimensão histórico-epistemológica. *In:* SILVA, C.C. (org) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino.** São Paulo: Livrarias da Física, 2006.
- DEMARCHI D'AGOSTINI, L. **As Leis de Diretrizes e Bases da Educação do Brasil.** Resumo, 2000. Disponível em: http://www.virtual.udesc.br/Midiateca/Publicacoes/tutor_01.htm, acesso em 15/05/2006.
- FEIJÓ, R. **Metodologia e filosofia da ciência.** São Paulo: Atlas, 2003.
- 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.
- FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro.** Petrópolis: Vozes, 1990.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1993.
- GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica.** Campinas: Autores Associados, 2002.
- GIROUX, H. **Teoria crítica e resistência em educação.** Petrópolis: Vozes, 1983.
- HOFFMANN, J. **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade.** Porto Alegre: Mediação, 1993. 20ª Edição revista, 2003.
- KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana.** Rio de Janeiro: Zahar. São Paulo: EDUSP, 1980.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EDUSP, 1987.
- _____. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: EDUSP, 2004.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2005.
- LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da ANDE.** Nº 6, p.11 - 19, 1983.

- LOPES, A. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.
- LOVO, A. M. R. **Filosofia e educação: o conhecimento em sua dimensão evolutiva**. Curitiba: Qualogic, 2000.
- MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: UnB, 1998.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.
- MOURA, M. O. A séria busca no jogo: do lúdico na matemática. **A Educação Matemática em Revista. Nº 3. Blumenau**, 1994.
- NARDI, R. (org). **Questões atuais no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2002.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. Departamento de Ensino Médio. **Reestruturação do Ensino de 2º grau**. Proposta de conteúdos do Ensino de 2º grau – Biologia. Curitiba, 1993.
- POPPER, K. R. **A sociedade aberta e seus inimigos**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987.
- PRETTO, N. D. L. **A ciência nos livros didáticos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1985.
- RAW, I. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores/Narrativa Um, 2002.
- REALE, G. & ANTISERI, D. **História da filosofia**. São Paulo: Paulus, 2005.
- RONAN, C.A. **História ilustrada da ciência: Oriente, Roma e Idade Média**. Rio de Janeiro: Jorga Zahar Editor, 1997a.
- _____. **História ilustrada da ciência: a ciência nos séculos XIX e XX**. Rio de Janeiro: Jorga Zahar Editor, 1997b.
- ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Bauru, SP: Edusc, 2001.
- RUSS, J. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Scipione, 1994.
- SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. Campinas: Autores Associados, 1997.
- SCHLICHTING, M. C. R. **A formação do professor de biologia**. Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- SNYDERS, G. **A alegria de aprender na escola**. São Paulo: FDE, 1991.