

A EVOLUÇÃO ENQUANTO UM COMPONENTE METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA NO 2º GRAU

Graça Aparecida Cicillini

A ESCOLA DE 2º GRAU E O ENSINO DE BIOLOGIA - BREVE HISTÓRICO

O presente trabalho tem como objetivo mais amplo realizar uma reflexão sobre a metodologia de ensino da disciplina Biologia, constante dos quadros curriculares das escolas públicas do 2º grau.

Para melhor compreender o ensino atual de Biologia e o porquê desta reflexão a nível metodológico, é necessário considerar o contexto sócio-político-econômico referente às décadas de 60 e 70, na medida em que ele permite compreender as políticas de Educação praticadas. Esse período, caracterizado por Cardoso e Falleto (citado em Freitag, B., 1978, p. 39) como período da "internacionalização do mercado interno", tem como características sócio-econômicas básicas "a hegemonia do capital monopolista estrangeiro, a intensificação de renda; o desenvolvimento da indústria de bens de consumo suntuários e a dependência do mercado externo." (Prais, M.L.M., 1990, p. 48).

À mudança no modelo econômico são atreladas alterações no contexto sócio-político. O Estado, através de um regime ditatorial pós-64, acentua seu papel centralizador. Há uma reorganização administrativa na sociedade e, como consequência, uma reorganização das formas de controle social e político no país.

Como nos afirma Freitag, "a política educacional, ela mesma expressão da reordenação das formas de controle social e político, usar o sistema educacional reestruturado para assegurar esse controle. A educação estará novamente a serviço dos interesses econômicos que fizeram necessária a sua reformulação". (Freitag, B., 1978, p. 69).

A Lei 5.692/71 - fruto de um planejamento que atende às necessidades desse momento histórico - trouxe sérias mudanças, principalmente no que se refere ao ensino de 2º grau. Neste nível de ensino instituiu-se legalmente a obrigatoriedade da profissionalização, conferindo-lhe um caráter de terminalidade.

Conseqüentemente a Biologia, enquanto disciplina constante dos quadros curriculares, sofre os reflexos dessas mudanças.

Durante a década de 60, o nível de escolarização correspondente ao

* Professora do Departamento de Princípios e Organização da Prática Pedagógica da Universidade Federal de Uberlândia.

atual 2º grau era subdividido nas modalidades Clássico, Científico e Normal. Nesse caso, a valorização das disciplinas no currículo estava mais diretamente vinculada ao tipo de profissionalização oferecida, e pretendida pelos alunos no terceiro grau. Assim, a Biologia era oferecida principalmente aos alunos que tivessem, dentro do curso Científico, a pretensão de carreira na área médica ou biológica. Documentos oficiais da época, que regulamentaram a Lei 4024/61, dão maiores detalhes desse período.

Nessa época, no 2º grau, os ramos da Biologia mais ensinados eram a Genética, a Citologia, a Zoologia e a Botânica; ocorrem tentativas de inclusão de tópicos de Ecologia e Biologia Molecular, áreas de conhecimento em grande expansão devido ao incentivo à pesquisa; foram desenvolvidos projetos de ensino que tratavam os conteúdos biológicos sob diferentes enfoques, predominando, no Brasil, o enfoque ecológico ou o evolutivo¹; a metodologia de investigação biológica, principalmente a experimentação, era valorizada como parte do processo ensino-aprendizagem e centralizava-se no método por redescoberta. Todavia, a maioria das escolas e professores, nesse período, não estava preparada para as alterações que eram propostas para o ensino de Biologia no 2º grau.

Na década de 70, pelas orientações constantes da Lei 5.692/71, a Biologia, juntamente com a Física e a Química, passou a ser integrante do componente curricular "Ciências Físicas e Biológicas", com a conseqüente diminuição da carga horária mínima para o ensino dos conteúdos biológicos.

O caráter profissionalizante da lei se manifestou pela subdivisão do ensino de segundo grau em três propostas de currículo visando a formação de técnicos de nível médio para atender aos três setores básicos da economia: o setor primário, com vistas às necessidades da agricultura, o setor secundário, relacionado à indústria e o setor terciário, voltado ao comércio.

No Estado de São Paulo, a par da manutenção dos cursos verdadeiramente profissionalizantes, organizou-se o curso de "Formação Profissionalizante Básica". Este, na tentativa de escamotear a profissionalização e continuar atendendo às necessidades do terceiro grau, apresentava três tipos de grades curriculares correspondentes aos três setores da economia.

Nesse contexto, o ensino de Biologia teve sua situação agravada. Nos cursos relacionados aos setores secundário e terciário, os conteúdos biológicos foram previstos para serem desenvolvidos apenas no primeiro ano do 2º grau e nos componentes de Programa de Saúde desse nível de ensino. No setor

1. Esses projetos eram, na realidade, tradução e adaptação de duas versões (verde e azul) do projeto norte americano Biological Sciences Curriculum Study (BSCS.). Ver: *O conceito de ciências veiculado por atuais livros didáticos de Biologia*. Dissertação de Mestrado, de Hilário Fracalanza; *O ensino de Biologia em São Paulo: fases da renovação*. Tese de Doutorado de Miriam Krasilchik.

primário, além do Programa de Saúde e Biologia previstos para serem desenvolvidos na primeira série, em duas aulas semanais, os conteúdos biológicos fragmentavam-se em "Noções Básicas de Agricultura e Zootecnia" e "Biologia Celular e Genética". Porém, na realidade, o que aconteceu nas escolas foi a continuidade do ensino de Zoologia, Botânica, Citologia e Genética acrescido, nesse período, do de Ecologia.

Assim, as condições de ensino e trabalho ou permaneceram idênticas às do período anterior ou, até mesmo, pioraram, pois que: os conteúdos biológicos continuaram a ser desenvolvidos de modo estanque; menor número de alunos teve oportunidade de contato significativo com essa área de conhecimento; o número de alunos por classe cresceu consideravelmente; muitas escolas verdadeiramente profissionalizantes tiveram seus cursos transformados em cursos de "Formação Profissionalizante Básica", com sérias conseqüências para essas escolas e seus profissionais.

É dentro deste panorama que, em 1982, com a Lei 7.044, a escola, liberada da profissionalização obrigatória, adquire certa autonomia para rever os seus quadros curriculares. Contudo, o fracasso da profissionalização, que visava à terminalidade no 2º grau, deixou sérias marcas na educação brasileira. Assim, por exemplo, apenas no caso específico do ensino da Biologia, a análise dos quadros curriculares de 1.119 escolas públicas de São Paulo permitiu evidenciar três situações diferentes: a existência de Biologia e Programa de Saúde como disciplina única em 11% das escolas e apenas ensino de Biologia em 2% das escolas. Em algumas dessas escolas, a disciplina aparecia somente em um ou dois anos, enquanto que, na maioria delas, permanecia durante três anos, mas, em média, com duas aulas semanais. (Castellani, B.R et alii, 1986, p. 250-251).

Assim, com base nos diversos aspectos acima apresentados e levando em conta a extensa literatura educacional disponível, é possível caracterizar a atual escola pública como sendo uma instituição carente tanto em relação aos recursos humanos quanto em relação aos recursos materiais. É uma escola que apresenta exagerado número de turnos escolares, baixa produtividade e que tem excessivo número de alunos por classe, principalmente no período noturno. Esta última circunstância se deve ao fato de possuir boa parte de sua clientela já inserida no mercado de trabalho, especialmente a do 2º grau.²

A baixa condição sócio-econômica dos alunos, o estímulo ao consumo, a restrição de mercado de trabalho, entre outras, são características da sociedade na qual se insere a nossa escola pública atual e que certamente influenciam a concepção de escola e o currículo vivenciado. Nesse contexto

2. Para maiores considerações sobre a realidade escolar brasileira e do Estado de São Paulo ver: *Cotidiano e escola* - A obra em construção, de Sonia Penin; *Ensino noturno - realidade e ilusão*, de Célia Pezzolo de Carvalho.

ainda se percebe, por exemplo, na maioria dos educadores, uma prática escolar com vistas à ascensão social, ou seja, um ensino voltado para o ingresso no terceiro grau.

É, pois, nessa perspectiva que repensar o ensino de Biologia significa repensar, também, esta escola que aí está.

O ENSINO DE BIOLOGIA NO 2º GRAU - UMA PROPOSTA.

No 2º grau, a formação escolar do adolescente não pode estar desvinculada do movimento social no qual o aluno está inserido. Há uma atuação constante da sociedade no processo de desenvolvimento do indivíduo, fazendo com que este se integre ao contexto social do qual é parte.

Sendo assim, a política educacional para este nível de ensino deve voltar-se para uma formação integral do aluno, buscando a sua preparação para viver, participar e compreender o mundo que o cerca. A escola deve desempenhar o papel de veiculadora dos conhecimentos historicamente acumulados, que, através de um ensino de boa qualidade, possibilitarão ao aluno a compreensão de si mesmo, do outro e da organização social na qual se insere. "Isto significa, para o educador, ter em mente o homem condicionado por uma verdadeira trama de variáveis que lhe confere o caráter de sujeito transformador de sua realidade" (Feres, N.T., 1983, p. 9), uma realidade dinâmica, cujo "dinamismo se explica pela interação recíproca do todo com as partes que o constituem, bem como pela contraposição das partes entre si" (Saviani, D. 1980, p. 20).

Nessa concepção dialética de educação, o currículo escolar deve visar à formação do homem enquanto ser concreto, como agente e produto da multiplicidade de aspectos histórico-sociais e político-culturais.

A aquisição do conhecimento cientificamente produzido pela sociedade deve acontecer de forma organizada e sistematizada pelo processo de aprendizagem, para que o aluno, de posse do saber elaborado, atue sobre a sua realidade de forma crítica, visando a sua transformação. Nesse sentido, as disciplinas componentes do currículo escolar, enquanto diferentes áreas de conhecimento, representam um dos instrumentos de apropriação desse saber. Isto significa que o planejamento dos conteúdos programáticos das referidas disciplinas deve levar em conta a relação dialética entre sujeito e objeto.

Segundo Schaff, "o sujeito que conhece 'fotografa' a realidade com a ajuda de um mecanismo específico socialmente produzido que dirige a 'objetiva' do aparelho. Além disso "transforma" as informações obtidas segundo o código complicado das determinações sociais que penetram no seu psiquismo mediante a língua em que pensa, pela mediação da sua situação de classe e

dos interesses de grupo que a ela se ligam, pela mediação das suas motivações conscientes ou subconscientes e, sobretudo, pela mediação da sua prática social sem a qual o conhecimento é uma ficção especulativa" (1986, p. 82).

Nesse sentido, há que se recuperar a função docente de tal forma que o professor não seja apenas o transmissor de conhecimentos tradicionalmente aceitos, mas seja atuante em seu meio (Feres, N.T., 1983, p. 13).

Ele deve conhecer não somente os conteúdos de sua área específica, mas também a proposta educacional da qual faz parte.

Ao considerar o homem enquanto agente e produto das relações sociais, a disciplina como instrumento de apropriação do saber historicamente elaborado e o professor enquanto sujeito atuante em seu meio, a educação formal escolarizada se desenvolve como forma de apropriação do saber e não como reprodutora de uma cultura de legitimação institucional.

É nesse contexto de escola, de educação e de sociedade que deve ser pensado o ensino de Biologia no 2º grau. Sendo parte integrante do currículo escolar, esta disciplina tem vínculo com a própria escola enquanto instituição, com a sociedade e com as características dos alunos que a frequentam, no sentido de sua formação.

As mudanças curriculares, numa escola que tem como preocupação a formação do homem enquanto ser concreto, devem acontecer tanto em relação aos aspectos sociais, psicológicos, culturais, como em relação aos seus conteúdos. Este trabalho visa desenvolver um estudo em relação à disciplina Biologia, no que se refere ao aspecto de seus conteúdos, ou seja, a Teoria da Evolução como um componente metodológico de ensino.

Fracalanza e Fracalanza, ao analisarem as características do ensino de Biologia durante as últimas décadas, fazem as seguintes considerações a respeito do conteúdo de Biologia veiculado no ensino de segundo grau:

"- está desatualizado, quer no que se relaciona com a correção de informação, quer no que respeita à compreensão dos conceitos básicos envolvidos;

- não reflete as diversas acepções sobre os fenômenos desenvolvidos nem os paradigmas ou teorias explicativas a eles relacionados;

- não explicita os contextos nos quais e para os quais os conhecimentos foram e são produzidos e difundem uma concepção errônea da ciência, de seus métodos de trabalho e das instituições científicas". (1985, p. 42-43).

A apresentação de conteúdos biológicos desatualizados, descontextualizados, evidenciando apenas a aceção universalmente aceita dos fenômenos completamente isenta de conflitos e contradições, traz como

decorrência o ensino de uma falsa Biologia na medida em que falseia o seu objeto de estudo através da negação de seus fundamentos filosóficos e metodológicos.

Para que o aluno possa assumir uma postura mais crítica e transformadora do mundo, o ensino de Biologia deve propiciar condições para que ele:

- analise criticamente as relações entre ciência e tecnologia e suas conseqüências na melhoria da qualidade de vida da população;

- compreenda que o processo de produção do conhecimento e a sua conseqüente utilização estão vinculados às condições econômicas, políticas e sociais;

- estude o conteúdo biológico tendo como linha unificadora a evolução, de forma a perceber a inter-relação entre as várias áreas de estudo e compreender, de uma forma mais abrangente, o mundo vivo e a dinâmica de suas transformações;

- estude os ambientes em situações reais, o que lhe permitirá compreender os processos de inter-relação dos seres vivos entre si e destes com o meio e, também, refletir sobre a interferência do homem na natureza". (São Paulo (Estado), SE/CENP, 1988, p. 13).

Tendo como referência inicial tais considerações, este trabalho buscará identificar as relações implícitas ou explícitas que têm sido estabelecidas entre a Biologia enquanto ciência, ou seja, enquanto produtora do conhecimento biológico, e a Biologia enquanto disciplina do 2º grau, principalmente no que se refere aos conteúdos que envolvem direta ou indiretamente o conceito de Evolução.

Para que se possa compreender a relevância deste objetivo, serão tecidas, a seguir, considerações factuais, interpretativas e explicativas sobre a concepção evolutiva dentro da ciência Biologia ao longo da sua história e algumas de suas implicações no ensino dessa ciência.

A RELAÇÃO ENTRE OS CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS E O ENSINO DE BIOLOGIA NO 2º GRAU

Inicialmente, deve-se considerar que a Biologia, enquanto ciência, devido às suas características próprias, tem sido historicamente objeto de discussão e conflito, tanto a nível filosófico quanto metodológico.

Até meados do século XIX, a vida era explicada por correntes de pensamento tais como o criacionismo, o vitalismo e, em menor grau, pelo "transformismo". A ciência que se ocupava com os fenômenos da vida era a História Natural. O que ocorria nas diferentes áreas de domínio do conhecimento

biológico era um acúmulo gigantesco de informações aparentemente desarticuladas.

Alguns pesquisadores da época já viam algumas áreas da "ciências da vida", como a Zoologia, por exemplo, entrar em crise. Medawar e Medawar (1978, p. 26) citam o fato de Samuel Taylor Coleridge ter declarado que "a Zoologia estava em perigo de se desintegrar - a consequência de sua gigantesca massa de informação factual não coordenada".

O método de estudo dos seres vivos era, em grande parte, a observação direta da natureza sem a interferência do pesquisador nos processos vitais. Os organismos eram, analisados em sua totalidade, observando-se suas características de semelhança ou de diferença.

Os estudos eram realizados por "naturalistas", sem a interferência ou a utilização de outras formas de conhecimento, como a Física ou a Química, por exemplo.

Neste mesmo período surgem novos eventos no desenvolvimento do conhecimento biológico. Ocorre a definição da Teoria Celular; surge, com Darwin, a Teoria da Evolução; o estudo das funções do organismo passa a ser realizado através de análises químicas; ocorrem avanços nos estudos da hereditariedade, das fermentações e das sínteses dos compostos orgânicos. (Jacob, F., 1983, p. 185).

A Teoria da Evolução vem articular as informações soltas, acumuladas até então, evidenciando uma coerência nas relações existentes entre os organismos.

Ao passar a se utilizar de análises químicas e conhecimentos da Física em sua metodologia de pesquisa, a Biologia altera os seus métodos de observação, que, a partir de então, tornam-se experimentais e seu laboratório, que antes era representado pela própria natureza, torna-se o laboratório construído pelo homem, onde a experimentação cresce aceleradamente. Experimentação esta fundamentada no indutivismo de Bacon onde a base do conhecimento estaria na observação dos fatos e coleta e análise de dados. Embora o critério de verdade, no processo de produção do conhecimento, esteja centrado no sujeito - ele observa, coleta dados, analisa e conclui - a produção do conhecimento se dá através das regularidades "captadas" pela observação e análise dos fenômenos naturais; ou seja, o conhecimento é um reflexo fiel dos fatos; ou seja, uma concepção de ciência neutra que se embasa na "lógica de seu desenvolvimento interno".

De acordo com Catalan Fernandez e Catany Escandell, "a ciência possui um sistema de valores, adequado a um "modo" de conhecimento de uma "realidade": o método experimental dirigido ao conhecimento empírico da realidade física. Mas isto não exclui a existência na experiência humana de

outros "modos" e "realidades". É, por isto, errôneo e manipulador atribuir à Ciência a ausência de valoração e a conseqüente tomada de decisões no campo da moral, da política, da justiça..." (1986, p. 164).

Como conseqüência dessas modificações, no final do século XIX e início do século XX, uma série de novos objetos de estudo são delimitados e "a biologia acaba cobrindo um leque de Ciências diferentes que se distinguem não somente por seus objetivos e técnicas, mas também por seu material e sua linguagem". (Jacob, F. 1983, p. 186-187).

A determinação de novos objetos de estudo, ao mesmo tempo que ajuda a esclarecer o que acontece com os seres vivos, provoca um processo de fragmentação cada vez maior na Ciência Biologia. Atualmente, "Biologia" abrange um conjunto de áreas de conhecimento diferentes representado pelas "ciências da vida" tradicionalmente ensinadas, como a Zoologia, a Botânica, a Fisiologia, a Genética, a Histologia, a Embriologia e outras denominadas "interciências", como a Biofísica, a Bioquímica, etc.

Com relação a essa fragmentação cada vez mais crescente - seja através dos diversificados métodos de investigação científica, seja através da divisão do conhecimento do mundo em setores cada vez mais especializados - Kneller afirma, em relação à Biologia, que "a Teoria da Evolução, com a Genética Populacional em seu âmago, organiza de forma indefinida os conhecimentos produzidos por várias ciências menos abrangentes, como a Sistemática (que estuda a distribuição dos seres vivos), a Morfologia (que estuda a estrutura dos seres vivos), a Paleontologia (o estudo dos organismos há muito extintos e fossilizados), a Embriologia (o estudo do desenvolvimento das coisas vivas)." (1980, p. 123-124).

Os avanços das ciências físicas e químicas, da tecnologia e sua utilização cada vez maior na produção do conhecimento biológico culminam, em meados do século XX, com o aparecimento da biologia Molecular.

Ao longo da história, principalmente devido aos métodos de estudo dos objetos com os quais se preocupa, a Biologia se divide em duas tendências: uma que se ocupa do estudo do organismo como um todo, visando explicar suas propriedades, estruturas, origens; outra que, para entender esse organismo, o subdivide em suas partes constituintes, estudando-o principalmente do ponto de vista dos conhecimentos físicos, químicos, físico-químicos ou matemáticos.

Com isso cria-se um impasse a nível filosófico. Ao tentar explicar os sistemas vivos reduzindo-os a níveis puramente físico-químicos e matemáticos, descaracteriza-se esse sistema enquanto tal. Engels, segundo Schaff, "já tinha prevenido os representantes das ciências exatas que toda tentativa para negar o papel da filosofia nessas ciências ou mesmo de a eliminar desse domínio da investigação - como o queria o positivismo - arriscava-se a fazê-

los cair na pior das filosofias: um amálgama de migalhas de saber em uma dada época". (1986, p. 67)

A complexidade do conhecimento biológico pode ser evidenciada através de alguns aspectos essenciais. O primeiro deles reside no fato de que os fenômenos biológicos são "sempre a resultante de uma série de acontecimentos indissolavelmente ligados entre si e que se engendram uns aos outros", por isso não há possibilidade de isolá-los, sem o risco de sua descaracterização. (Jacob, F., 1983, p. 190).

Um segundo aspecto que permite caracterizar a complexidade dos fenômenos biológicos reside no fato de que, devido ao processo sexual da reprodução dos seres vivos, não existe a possibilidade de, por exemplo, em um cruzamento entre organismos de uma mesma espécie, prever com exatidão os resultados desse cruzamento.

A existência de sistemas de hierarquia constitui-se em mais um fator de complexidade na ciência Biologia; assim por exemplo, o sistema sociedade-organismo-órgão-célula representa um sistema hierárquico.

Segundo Freire-Maia, "há, intrínseco a todo processo evolutivo, um conceito de hierarquia - um mundo construído não como um liso e *inconsútil continuum*, que permita uma extrapolação simples dos níveis inferiores aos superiores, mas como uma série de níveis ascendentes, cada um dos quais ligados, de certa maneira, ao que lhe está abaixo mas, de certa forma, independente dele (...); aspectos emergentes não implícitos na operação de processos dos níveis mais baixos podem controlar acontecimentos nos níveis mais altos'(Gould, 1980b). (...) Assim (...) toda a evolução orgânica representa um vasto e complexo sistema hierárquico dentro do qual os fenômenos verificados a um certo nível nunca podem ser deduzidos a partir do conhecimento dos que ocorrem a um nível inferior"(1988, p. 394).

Neste sentido, os usuais métodos de investigação científica, quando procuram explicar todos os fenômenos da natureza reduzindo sua explicação à aplicação das leis físicas, químicas ou matemáticas, não se aplicam totalmente à ciência biológica por que, ao reduzi-la, a destroem.

Atualmente a maioria dos pensadores da Biologia a considera como uma ciência especial e caracteriza a Teoria da Evolução como importante fator para essa consideração.

Assim, para Medawar, "hipótese da evolução impregna, sublinha e confere um nexa a toda a ciência biológica, do mesmo modo que a idéia de esfericidade da Terra impregna toda a geodésia, cronologia, navegação e cosmologia. A hipótese evolucionista faz parte da própria textura do pensamento biológico. Somente a hipótese da evolução dá coerência às inter-relações

óbvias entre organismos, aos fenômenos de hereditariedade e aos padrões de desenvolvimento”(Medawar, P., 1978 p. 26-27).

François Jacob, na introdução de seu livro “A lógica da vida”, assim se posiciona em relação à Biologia e à Teoria da Evolução:

“Em Biologia, existe um grande número de generalizações, mas poucas teorias. Entre estas, a teoria da evolução ocupa uma posição mais importante que as outras, porque reúne uma massa de observações oriundas dos mais diversos domínios que, caso contrário, permaneceriam isolados; porque inter-relaciona todas as disciplinas que se interessam pelos seres vivos, porque instaura uma ordem na extraordinária variedade de organismos e liga-os estreitamente ao resto da Terra; em suma, porque fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade”.(1980, p. 20).

Para Mayr, não há uma área de conhecimento biológico, atualmente, na qual a Teoria da Evolução tenha deixado de ser o seu princípio ordenador (1977, p. 1).

Dessa maneira, pode-se considerar que a ciência da Biologia não pode prescindir da concepção de Evolução. Neste contexto, a Biologia, tendo a Evolução como um de seus princípios ordenadores, envolve conceitos complexos (sistemas hierárquicos, reprodução sexual, intrincamento de reações químicas), conceitos estes que a explicam e a ordenam, mas que não podem ser estudados adequadamente pelos métodos usuais de investigação científica, ou seja, o método experimental dirigido ao conhecimento empírico da realidade física. Por isso, conforme afirma Skolimowski (1983, p. 269 a 274), a Biologia, devido às discussões filosóficas e metodológicas que tem provocado, “está estabelecendo um novo paradigma para todo o conhecimento humano”, principalmente devido ao fato de o paradigma universal que tem a Física em seu âmago já não dar conta de explicar todos os fenômenos ocorrentes na natureza.

Em resumo, se a ciência da Biologia não pode prescindir da concepção de Evolução na construção dos conhecimentos biológicos, se ela se constitui em seu princípio ordenador, ela mesma já traz em seu bojo, implicitamente, também uma metodologia diferenciada da metodologia científica usualmente empregada no estudo dos fenômenos físicos e químicos³.

Por outro lado, no âmbito escolar, se se fizer uma retrospectiva do ensino da Biologia no 2º Grau, constatar-se-à que este ensino reflete, de modo

3. Com isso não se quer dizer que para determinadas áreas do conhecimento biológico não possam ser utilizados os princípios da Física, da Química e da Matemática, ou procedimentos de investigação tradicionalmente usados nessas ciências. O que se pretendeu mostrar é a impossibilidade de compreensão da biologia e dos fenômenos biológicos mediante a redução dos seus estudos e leis, princípios e métodos de investigação usuais em outras diversas áreas de conhecimento.

bastante similar, os conflitos e as contradições da construção do conhecimento biológico no que se refere a alguns aspectos de sua produção.

Até meados da década de 50, o ensino de Biologia sofre influência do ensino europeu. Nesse período, seu objeto de estudo era o organismo como um todo. As áreas de conhecimento mais comumente difundidas, principalmente em seus aspectos descritivos e taxonômico, eram a Zoologia, a Botânica e a Biologia Geral, sendo esta última representada pelos conteúdos básicos de Citologia e da Genética. Os conhecimentos transmitidos tinham um caráter puramente informativo. Os alunos se viam, então, diante de um acúmulo de informações a respeito das características morfológicas e fisiológicas do ser vivo⁴. Neste caso, a escola reproduzia aspectos privilegiados do conhecimento biológico de meados do século XIX, até o momento em que Darwin publica seus trabalhos sobre a Evolução dos seres vivos - as áreas até então mais desenvolvidas eram a Zoologia e a Botânica, principalmente no que se refere aos aspectos descritivos e taxonômicos.

Todavia, no século XX, a Biologia é marcadamente influenciada pelos problemas sociais deste século. As guerras, trazendo como consequência a fome e as doenças; a explosão demográfica, em decorrência da evolução da medicina, são exemplos de situações que passam a exigir maior atenção da sociedade. Elas acabam por induzir um maior investimento na pesquisa biológica, especialmente na área da Biologia Molecular⁵.

Essa situação acarretou, no ensino de Biologia no 2º grau, mudanças no sentido de preparar melhor o aluno para seu ingresso na universidade. Este "preparar melhor" teve como um de seus significados introduzir o aluno na pesquisa científica, ou seja, fazê-lo vivenciar as etapas da investigação científica.

Conforme afirma Krasilchik, por volta de 1960 os currículos de Biologia para o segundo grau passam a enfatizar as leis gerais da Biologia através, principalmente, do ensino dos conteúdos de Ecologia, Biologia Molecular, Genética e Evolução. Partindo do pressuposto de que "para formar o cidadão ou mesmo o futuro pesquisador é essencial o conhecimento da estrutura da ciência e dos processos usados pelos seus investigadores", os currículos, nessa época, deslocaram-se do "equilíbrio de um programa destinado essencialmente a informar para um trabalho em que os estudantes, antes de tudo, deveriam desenvolver uma atitude de pesquisa e investigação. Reviveriam os passos do cientista no laboratório, desde a identificação de um problema até a sua solução, passando por todas as etapas intermediárias que permitiriam

4. Para maiores esclarecimentos veja-se, por exemplo, Krasilchik, M., obra citada da nota de nº 1.

5. Bernal, em sua obra *Ciência na História*, especialmente no quinto volume, faz uma ampla discussão sobre "As ciências Biológicas do século XX", na qual a maior parte é dedicada aos conteúdos vinculados à Biologia Molecular e à Microbiologia.

combinar os fatos conhecidos numa hipótese que, depois de testada, seria refutada ou comprovada..." (1972, p. 2)⁶.

Ao se resumir a investigação científica a um conjunto de etapas que quando realizadas pelos alunos, supõe que os mesmos estejam fazendo "descobertas experimentais", podemos concluir que a redescoberta está muito distante do método científico, uma vez que este não pode ser reduzido a um conjunto de regras seqüenciadas enquanto processo de investigação. É o que Marx procura deixar claro no posfácio, da 2ª edição do "O Capital" quando afirma que "é mister, sem dúvida, distinguir formalmente, o método de exposição do método de pesquisa. A investigação tem que apoderar-se da matéria em seus pormenores, de analisar suas diferentes formas de desenvolvimento, e de perquirir a conexão íntima que há entre elas. Só depois de concluído esse trabalho é que se pode descrever, adequadamente o movimento real." (1982, p. 16).

Há que se considerar ainda que "o conhecimento científico é produto de uma complexa atividade social que precede e permeia a ação individual da descoberta ou criação. Uma avaliação individual do novo resultado experimental ou do novo sistema teórico é insuficiente para estabelecê-lo como parte do conhecimento científico. Ele deve ser criticado e testado por profissionais. Os critérios de verdade e aceitabilidade são determinados pela comunidade e o conhecimento científico é registrado pela comunidade na linguagem aprovada pela mesma". (Hodson, D. 1985, p. 8)

Os avanços da ciência e da tecnologia têm possibilitado crescente desenvolvimento na área da Biologia Molecular. Todavia, a produção de conhecimento nesta área biológica se utiliza de uma metodologia fundamentada basicamente em conhecimentos de Física e de Química; como conseqüência, o ensino de Biologia, atualmente, se vê, em grande parte, reduzido a explicações físicas e/ou químicas.

O método de investigação centrado na observação e na comprovação experimental, característico do positivismo, não atende a todas as diferentes áreas do conhecimento. Há vários aspectos na natureza que não são passíveis da experimentação e da observação direta - os astros, os seres vivos por exemplo - onde esse método, seja com base em argumentos indutivistas, dedutivistas ou hipotético - dedutivistas, não se aplica.

6. A discussão sobre o uso dos processos de investigação científica como recurso metodológico de ensino acontece desde 1910, com a divulgação dos trabalhos de John Dewey; veja-se, por exemplo, sua obra *Como pensamos*. No Brasil, a experimentação como recurso de ensino nas escolas de 1º e 2º graus tem início basicamente no final da década de 50 com a tradução de projetos de ensino norte-americanos. Considerações relevantes a esse respeito podem ser encontradas em várias obras como, por exemplo, em: *O Processo da Educação de Jerome S. Bruner*; *A produção de materiais didáticos de ciências no Brasil - período: 1950-1980* de Vilma M. Barra e Karl M. Lorenz e a obra de Hilário Fracalanza citada na nota de nº 1.

O conhecimento se desenvolve articulando momentos da indução e da dedução dialeticamente.

Para H.J. Marrou, "a saúde de uma disciplina científica exige, da parte do sábio, uma certa inquietação metodológica, a preocupação de tomar consciência do mecanismo do seu comportamento, um certo esforço de reflexão sobre os problemas concernentes à 'teoria do conhecimento' implicados por este" (citado em Schaff, A., 1986, p. 68).

Nesse sentido, a dialética, representando "não apenas uma filosofia da história, mas uma filosofia que ilumina toda a classe de acontecimentos", (Haldane, J.B.S., 1979, p. 13) possibilita a superação dessa questão.

O método científico fundamentado na dialética tal como o entende Marx envolveria dois caminhos: o primeiro que vai do todo caótico ao conceito simples, do empírico ao abstrato, da síntese à análise; a seguir o segundo caminho, que vai dos conceitos simples às categorias articuladas, do abstrato ao concreto, da análise à síntese.

A investigação do conhecimento biológico, que tem na teoria da Evolução o seu princípio ordenador, pelo fato desta ser "rigorosamente antiindutiva" (Engels, 1979, p. 175), tem na dialética o seu método básico de investigação. "As linhas duras e fixas são incompatíveis com a teoria da evolução" quando aplicadas ao estudo da classificação dos seres vivos. (Engels, 1979, p. 161).

Os conteúdos referentes à Teoria da Evolução, embora estejam presentes tanto nas propostas curriculares como nos livros didáticos, quase não são trabalhados nas escolas de 2º grau e, quando o são, aparecem apenas como um conteúdo a mais na programação, sem evidenciar suas peculiaridades tão importantes para a Biologia - seja a nível da ciência, seja a nível do ensino dessa área do conhecimento.

À medida que a Teoria da Evolução, enquanto categoria básica da Biologia, é ignorada na produção deste conhecimento, acontece uma descaracterização da ciência biológica. Paralelamente, no ensino, quando a teoria da Evolução não se faz presente, a conseqüência é o ensino de uma Biologia fracionada e tendente para o factual.

Ao repensar o currículo de ensino de Biologia, no que tange especificamente ao seu conteúdo, ou seja, em termos do conhecimento científico, a discussão da produção desse conhecimento é um dos aspectos que pode dinamizar este currículo. Questões relativas à estrutura da explicação na Biologia, o que fundamenta essa explicação bem como a lógica dos laços de causalidade nas investigações biológicas devem ser preocupação dos profissionais pesquisadores ou professores da Biologia.

A Teoria da Evolução - enquanto um dos princípios ordenadores do conhecimento biológico - traz embutida em si características que podem ser exploradas no ensino de 2º grau.

Sendo a Evolução uma teoria histórica, uma característica a ser explorada no ensino de Biologia é a sua historicidade.

Considerando que o conhecimento científico é um conhecimento de constructo humano e, como tal, é controverso, ao colocar em questão a produção do conhecimento estabelece-se que a ciência está sujeita a modificações e que os conhecimentos, universalmente aceitos hoje, podem ser modificados no futuro. Para que o estudo da vida não se torne um objeto de estudo em si, seja na Botânica, na Genética, na Zoologia ou em qualquer das áreas de domínio da Biologia, é necessário que este estudo se realize como resultado de um processo histórico de acúmulo de informações e de novas explicações sobre as mesmas.

A Biologia estuda as transformações que ocorrem nos seres vivos, suas relações entre si e entre eles e o meio ambiente ao longo dos tempos. Assim, o estudo dos conhecimentos biológicos deve deixar claros as forças e os caminhos que conduziram os sistemas vivos à fauna e à flora atuais. A compreensão e a investigação dos fenômenos que envolvem a vida dos seres hoje viventes só podem acontecer procurando entender o movimento dialético inerente a todo ser vivo desde a sua origem. Os fenômenos vivos, principalmente os diretamente relacionados ao processo evolutivo, não podem ser provocados e testados em laboratório através de experimentos controlados como os fenômenos físicos e químicos. A Teoria da Evolução, na medida em que responde pela história dos seres vivos explicando a diversidade dos mesmos, suas semelhanças e diferenças, os padrões de distribuição, o comportamento, a adaptação e a interação entre os vários grupos de organismos, esclarece o dinamismo da rede de relações na qual o conhecimento biológico foi e é produzido.

À historicidade do conhecimento associa-se implicitamente a idéia do "conflito". A competição e o conflito são características de todas as ciências estabelecidas. Ao discutir "o conflito em comunidades científicas", Apple considera que a ciência, "por ser construída por indivíduos e grupos de estudiosos, também possui uma história significativa de debate intelectual e interpessoal. Em geral, o conflito é gerado pela introdução de um paradigma novo e quase sempre revolucionário, que desafia as estruturas básicas de significado anteriormente aceitas pelo corpo de cientistas, dividindo desse modo, efetivamente, a comunidade. Esses debates estão relacionados ao modo de aquisição de conhecimento verificável, ao que se deve considerar como exatamente científico, aos próprios fundamentos básicos sobre os quais se sustém a ciência. Também estão relacionados a situações como as de interpretações conflitantes de dados, a da propriedade das descobertas e a muitas outras questões". (1982, p. 134).

Considerar a discussão estabelecida entre as diferentes ciências e seus paradigmas ao longo da história significa possibilitar uma visão da ciência em constante modificação. "A apresentação equilibrada da ciência como verdade-até-a-próxima informação, como um processo de mudança constante, poderia impedir a cristalização de atitude; o estudo de como procedem as revoluções conceituais na ciência contribuiria para uma perspectiva contrária ao consenso como único modo de progresso." (Apple, M., 1982, p. 151).

A Teoria da Evolução tem colocado a Biologia em constante debate filosófico. Ao longo do tempo surgiram diferentes concepções de Evolução - Fixismo, Mutacionismo, Gradualismo, Saltacionismo, Pontualismo - havendo entre os cientistas evolucionistas e não evolucionistas constantes debates sobre essas concepções⁷.

Assim, no ensino de 2º grau, o enfoque da Teoria da Evolução, no seu real sentido histórico de elaboração, deve ter o significado de apresentar o desenvolvimento deste conhecimento nos contextos das diversas épocas em que ele ocorreu. Esta deve ser a forma de evidenciar as controvérsias pelas quais este conhecimento passou.

De fato, os debates sobre Evolução não se têm limitado à comunidade científica.

Quando Darwin publicou suas idéias sobre a origem das espécies, grangeou adeptos, mas teve também contra si os fixistas criacionista e todo o clero.

Esta oposição dos criacionistas e da Igreja não se restringiu à época da divulgação da "Teoria da Seleção Natural" elaborada simultaneamente por Darwin e Wallace.

Gould, por exemplo, relata o caso do julgamento de um professor que contrariara a lei Butler, criada em março de 1925, no estado do Tennessee (EUA). Tal lei prescrevia punição para qualquer professor, em qualquer dos níveis de ensino público, no caso de este "ensinar qualquer teoria que requer a história da criação divina do homem tal como é ensinada na Bíblia, e dizer, em vez disso, que o homem descende de uma ordem inferior de animais". Embora o julgamento deste professor tenha sido uma situação provocada para verificar a aplicabilidade dessa lei e embora realmente ela não fosse aplicada, permaneceu em vigor até 1967. E Gould comenta:

7. A caracterização das diferentes concepções evolucionistas pode ser encontrada, por exemplo, em FREIRE-MAIA, N. *Teoria da Evolução* - de Darwin à Teoria Sintética. Outra obra importante a respeito é *Estudios sobre la filosofia de la biologia* de F.J. Ayala e T. Dobzhansky (Eds.). Veja-se também o artigo *Evolution*, de Ernst Mayr.

"Não era aplicada, mas quem pode dizer quantos professores dissimularam ou reprimiram os seus pontos de vista e quantas crianças nunca aprenderam uma das mais excitantes e expansivas idéias alguma vez desenvolvidas pelos cientistas?" (1989, p. 329-348).

Ainda nas últimas décadas, também nos EUA, há casos como o do "California State of Education", (1969), que conseguiu aprovar uma recomendação para que a origem da vida por criação de acordo com a Bíblia fosse ensinada juntamente com o darwinismo. Por esse motivo os fundos para livros de Biologia que são distribuídos nas escolas só são liberados pelo Estado se obedecerem a esta recomendação. Ainda nos EUA, na Califórnia do Sul até há bem pouco tempo era proibido mencionar o termo "Evolução" e o nome de Darwin nos livros escolares oficiais. (Boesiger, E., 1983, p. 60).

Em nosso sistema de ensino, essa questão, embora de maneira camuflada, também se faz presente. A inclusão dos conteúdos sobre Evolução geralmente como último tópico do programa é uma evidência dessa situação. Dessa forma, "não dá tempo de acabar o programa" passa a ser a justificativa manifestada por alguns professores de Biologia quando perguntados se abordam os conteúdos de Evolução.

Quando da elaboração da proposta curricular de São Paulo em 85/86 - que tem "a Evolução como unificadora dos conteúdos biológicos" - surgiram na imprensa artigos que contestam essa posição da secretaria da Educação com relação ao currículo de Biologia. Na revista *Veja* de 19 de março de 1986, por exemplo, o artigo "Por uma nova Biologia" contesta o ensino da Teoria da Evolução nas escolas brasileiras. Se, por um lado, o autor afirma que "nossas escolas têm que apresentar os modelos da criação e da evolução destacando os pontos fortes e fracos de cada uma dessas posições", por outro lado, ele nega a evolução dizendo: "a teoria da evolução contraria também pressupostos filosóficos e científicos construídos pela humanidade", e exalta o cristianismo afirmando que o mesmo "por seu lado, não desafia tais pressupostos e procura se ater às evidências verdadeiramente científicas." (Silva Neto, C.P., 1986, p. 162). Este fato evidencia, entre outras coisas, o desconhecimento de metodologias específicas para determinadas áreas do saber, no caso os conteúdos de Evolução.

Assim como ocorre nos Estados Unidos, também no Brasil, aparentemente não com a mesma intensidade, existem movimentos de associações religiosas frontalmente contra aspectos da Ciência principalmente no caso específico de Evolução. São associações internacionais com forte penetração no país através de publicações de artigos em revistas próprias - que são vendidas (ou dadas) pelos seguidores de tais associações nas portas das casas quando da divulgação de sua religião na comunidade. A revista *Desperta!* de janeiro de 1990 publica um artigo denominado "Fraude na

Ciência", p. 2-15 com "Artigos de Destaque", onde faz uma série de acusações aos cientistas e destaca, neste artigo, a evolução como "A maior de todas as fraudes". Uma das justificativas, apresentada já na primeira página, para a edição dessa revista é: "Veicula notícias, (...), examina a religião e a ciência, (...). Ela sonda abaixo da superfície e aponta o verdadeiro significado por trás dos eventos correntes, todavia permanece politicamente neutra e não exalta raça alguma como sendo superior a outra". A discussão ideológica entre ciência e religião pode ser desenvolvida no currículo da escola de 2º grau, uma vez que a omissão deste tipo de conflito leva a uma visão distorcida da ciência. Por outro lado, abordar a discussão entre os fixistas criacionistas, o clero e os evolucionistas, além de apresentar a ciência como um conhecimento em desenvolvimento, sujeito às pressões sociais de sua época, possibilita ao aluno "uma compreensão melhor das suposições ideológicas tácitas que atuam para estruturar sua própria atividade". (Apple, M., p. 150).

Outra característica inerente à Teoria da Evolução a ser utilizada no ensino é a sua dimensão temporal.

O mundo vivo atual representa um aspecto da Terra e de seu passado. "A estabilidade que o homem vê na natureza não passa de aparência e deve-se ao fato de ele remeter os acontecimentos à própria duração". (Jacob, F., 1983, p. 151). Ao estudar os organismos na dimensão do tempo geológico, através dos registros fossilíferos, verifica-se que os processos que deram origem às formas viventes atuais são muito semelhantes aos que deram origem às formas outrora existentes. Para isto o processo de investigação deve recorrer a análise dos fatos via a abstração. Os dados biológicos encontrados hoje na natureza podem à primeira vista representar o concreto, a realidade objetiva; mas com certeza eles já são abstrações, devido ao fato de serem a totalidade do conhecimento biológico cujos elementos que o compõe não estão claramente explícitos. Isto só é possível através do movimento do método dialético. Ou seja, através da decomposição e da síntese do objeto a ser conhecido. Ou seja, o concreto é sempre complexo e, enquanto complexo ele articula elementos distintos que configuram o todo.

Um organismo deve ser estudado dentro do mundo vivo considerando sua incrível diversidade, procurando a causa dos caracteres existentes ou descrevendo os mecanismos de suas adaptações. As explicações biológicas para uma determinada função, por exemplo, não se encontram na análise da estrutura imediata dos organismos; "deve-se admitir outras categorias de análise, como, por exemplo, a evolução histórica dessa função, o seu papel na sobrevivência dos indivíduos e da espécie", categorias essas contidas no quadro das relações que esses organismos estabelecem com o meio (e entre si) ao longo do tempo. (Menna Barreto, L.S., 1980, p. 25-26). O estudo dos seres vivos, tendo na Evolução a sua categoria de análise, apresenta o conhecimento biológico como um conhecimento em processo e não numa visão estática de fatos e dados como acontecia anteriormente à descoberta do processo evolutivo.

MENNA BARRETO, Luiz Silveira. Pontos para discussão de um programa de fisiologia. In: *Revista de Nova Stella*. São Paulo, n. 2, p. 25-36, 1984.

PENIN, Sônia. *Cotidiano e escola: a obra em construção*. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1989. 165p.

PRAIS, Maria de Lourdes Melo. Contextualização histórica do processo de administração colegiada. In: _____ *Administração colegiada na escola pública*. Campinas: Papirus, 1990. 110p. p. 45-61.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de biologia: 2º grau*. 2 ed. São Paulo, 1988. 50 p.

SAVIANI, Demerval. A filosofia da Educação e o problema da inovação em educação. In: GARCIA, Walter E. (Coord.). *Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas*. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1980. 264p. p. 15-29.

_____. *Educação e questões da atualidade*. São Paulo: Livros do Tatu/Cortez, 1991.

SCHAFF, Adam. *História e verdade*. São Paulo: Martins Fontes, 1986.

SILVA NETO, Christiano Pinto da. Por uma nova biologia. *Veja*. São Paulo, v. 915, n. 162, 19 mar. 1986.

SKOLIMOWSKI, Henryk. Problemas de racionalidad en biología. In: AYALA, Francisco J., DOBZHANSKY, Theodosius. (Eds.). *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Trad. Carlos Pijoan Rotge. Barcelona: Ariel, 1983. 487p. p. 267-91.