

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

GISLAYNE RODRIGUES BIAVA

**ABORDAGEM CTSA E POLUIÇÃO EM LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Maringá

2010

GISLAYNE RODRIGUES BIAVA

**ABORDAGEM CTSA E POLUIÇÃO EM LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Tiyomi Obara

Maringá

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B579a Biava, Gislayne Rodrigues
Abordagem CTSA e poluição em livros didáticos de
biologia do ensino médio / Gislayne Rodrigues Biava.
-- Maringá, 2010.
106 f. : il., figs. color.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Tiyomi Obara.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de Pós-Graduação em Educação para
a Ciência e a Matemática, 2010.

1. Biologia - Livro didático - Ensino médio. 2.
Poluição - Livro didático - Ensino médio. 3. Livro
didático - Ensino médio. 4. Abordagem CTSA. I.
Obara, Ana Tiyomi, orient. II. Universidade Estadual
de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Educação
para a Ciência e a Matemática. III. Título.

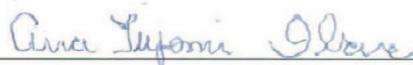
CDD 22.ed. 570.7

GISLAYNE RODRIGUES BIAVA

**Abordagem CTSA e Poluição em livros didáticos de Biologia do
Ensino Médio**

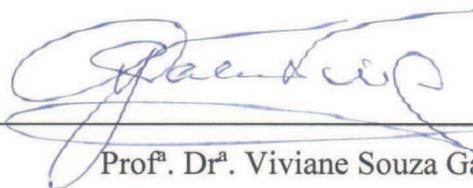
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dr^ª. Ana Tiyomi Obara

Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof^ª. Dr^ª. Viviane Souza Galvão

Universidade Estadual Paulista - UNESP



Prof^ª. Dr^ª. Maria Aparecida Rodrigues

Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 03 de Maio de 2010.

“Somos frutos da paisagem em que
vivemos; ela dita nosso comportamento
e até nossos pensamentos, na medida
em que reagimos a ela”
(Lawrence Durrell)

RESUMO

O livro didático, principal instrumento norteador das aulas em toda educação básica, é alvo de inúmeras críticas, que vão desde a linguagem inapropriada que o mesmo apresenta até a descontextualização e desvinculação do conteúdo com a realidade do aluno. O presente trabalho teve como objetivo analisar como o tema poluição é apresentado em três Livros Didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio. A metodologia consistiu em estabelecer critérios de análise, para avaliar como os conteúdos científicos são apresentados e discutidos, bem como, se os livros estão adequados para uma educação contemporânea voltada para o exercício da cidadania, como enfatiza a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), em uma nova tendência da Didática das Ciências, o Ensino por Pesquisa, que preconiza um cidadão apto para a tomada de decisões. Os resultados demonstram que os livros didáticos analisados ainda apresentam certas falhas quanto ao conteúdo científico e que ainda não podem contribuir plenamente para auxiliar na formação de cidadãos conscientes na tomada de decisões, mas apresentam características que indicam estarem caminhando em rumo e esta nova perspectiva de ensino.

Palavras-Chave: Ensino de Biologia, educação para a cidadania, livro didático.

ABSTRACT

The didactic book, used many times as an important instrument of the basic education, receive lots of criticism, including an inappropriate language and the deflection between the contents of the book and the reality of the student. This study has the objective of analyze the pollution theme in three didactic books of college classes. The method was based in create a contents analysis and to evaluate the scientific contents in the books and if the books are adequate for a contemporary education as the STSA (science, technology, society and ambient) approach emphasize, in a new tendency of the didactic science, the search teaching, that let a citizen able to make up one's mind. The results show that these three didactic books bring up some mistakes about the scientific content and can't totally contribute to help in the formation of aware citizen to take decisions, but they present some features that indicate they are in the right way for this new perspective of teaching.

Keywords: Biologic teaching, citizenship education, didactic book.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Seqüência 1 de temas sugerida pelo PCN+ Ensino Médio.....	42
Quadro 2 - Seqüência 2 de temas sugerida pelo PCN+ Ensino Médio.....	43
Quadro 3 - Relação dos livros didáticos analisados.....	50
Quadro 4 - Categorias para análise geral do tema poluição.....	53
Quadro 5 - Categorias para análise de poluição do ar, da água e do solo.....	54
Quadro 6 - Categorias para análise da abordagem CTSA nos livros didáticos.....	45
Quadro 7 - Categoria para análise da abordagem CTSA nos livros didáticos.....	57
Quadro 8 - Resultados da análise geral do tema poluição.....	58
Quadro 9 - Resultados da análise de poluição do ar.....	59
Quadro 10 - Resultados da análise de poluição da água e do solo.....	59
Quadro 11 - Resultados da análise da educação voltada para a cidadania.....	60
Figura 1: Relação entre conteúdos básicos e estruturantes.....	49
Figura 2: Gráfico representativo dos principais poluentes da cidade de São Paulo no ano de 2004.....	65
Figura 3: Esquema que representa a mobilidade do ar em condições normais e quando há inversão térmica.....	65
Figura 4: Representação esquemática da degradação do gás ozônio	66
Figura 5: Fotografia do trânsito na cidade de São Paulo para ilustrar uma das causas da poluição atmosférica, a liberação de monóxido de carbono	67
Figura 6: Fotografia de um vulcão em erupção	80
Figura 7: Fotografia que ilustra um dos principais emissores de CO, os automóveis em trânsito nas grandes cidades.....	81
Figura 8: Fotografia que ilustra o problema da eutrofização: Morte de peixes.....	82
Figura 9: Representação esquemática da poluição por DDT e suas diferentes concentrações na cadeia alimentar	83

Figura 10: Fotografia de um dos reatores da usina de Chernobyl.	84
Figura 11: Fotografia de um rio contaminado por esgoto.	93
Figura 12: Fotografia de queimada na Amazônia e da fumaça que produz.....	94
Figura 13: Fotografia de poluição atmosférica causada por refinaria.....	95
Figura 14: Representação esquemática da formação da chuva ácida.....	96
Figura 15: Representação esquemática do efeito estufa.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNLD – Comissão Nacional do Livro Didático
COLTED – Comissão do Livro Técnico e Livro Didático
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCE – Diretrizes Curriculares Estaduais
EA – Educação Ambiental
EM – Ensino Médio
EPP – Ensino por Pesquisa
EPT – Ensino por Transmissão
FAE – Fundação de Assistência ao Estudante
FENAME – Fundação Nacional do Material escolar
FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
INL – Instituto Nacional do Livro
LD – Livro Didático
LD01 – Livro Didático 01
LD02 – Livro Didático
LD03 – Livro Didático
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
MEC – Ministério da Educação
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PLIDEF – Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM – Programa Nacional do Livro do Ensino Médio
SEED – Secretaria de Estado da Educação
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USAID – Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
CAPÍTULO 1 – ABORDAGEM CTS/CTSA E A EDUCAÇÃO CIDADÃ	14
1.1 Educação para a Cidadania.....	14
1.2 Abordagem CTS e CTSA.....	20
1.3 As Perspectivas da Didática das Ciências e a Educação Cidadã.....	23
CAPÍTULO 2 – O LIVRO DIDÁTICO	29
2.1 O papel do livro didático.....	29
2.2 Um breve histórico sobre o Programa do Livro Didático.....	34
2.3 O que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais a respeito do ensino de Biologia no Ensino Médio.....	39
2.4 O que dizem as Diretrizes Curriculares do Paraná a respeito do ensino de Biologia no Ensino Médio.....	44
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA	50
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 Dados referentes ao Livro Didático 01 (LD01).....	61
4.2 Dados referentes ao Livro Didático 02 (LD02).....	73
4.3 Dados referentes ao Livro Didático 03 (LD03).....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	104

APRESENTAÇÃO

No mundo atual, as relações em que se evidencia o uso da tecnologia estão cada vez mais presentes, pois os produtos tecnológicos fazem parte do cotidiano das pessoas dos mais diferentes níveis e poder aquisitivo. Dessa maneira, o cidadão deve estar ciente dos recursos e avanços tecnológicos, para poder usufruí-los da melhor forma possível, uma vez que a maioria deles traz melhorias a sua qualidade de vida.

Contudo, os avanços tecnológicos também podem influenciar de forma negativa a sociedade através dos vários impactos ambientais que fazem parte do nosso cotidiano como: esgotos industriais lançados em rios, emissão de poluentes tóxicos no ar, contaminação do solo por resíduos tóxicos, entre outros. Num processo totalmente integrado, há o desenfreado consumo da sociedade que ocasiona o desperdício e resulta em quantidades excessivas de lixo que comprometem os ciclos naturais.

O avanço da ciência auxilia no desenvolvimento da tecnologia que influencia a sociedade e esta, conseqüentemente, afeta direta ou indiretamente, a dinâmica e o funcionamento do meio ambiente. Esta relação existente entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente faz parte da vida do ser humano, estando ele consciente disto ou não. Neste sentido, um ensino voltado para o exercício da cidadania cumprirá o seu papel social, se for capaz de formar pessoas mais críticas e conscientes da complexa relação que existe entre a ciência, a tecnologia, sociedade e ambiente, seus avanços, limites e conseqüências.

Apesar de a ciência ser parte, direta ou indireta da realidade vivida pelas pessoas, poucas vezes, é apresentada para os alunos a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. A sociedade está usufruindo produtos da ciência, sem muitas vezes compreender os prós e contras dos mesmos. Neste sentido percebe-se a necessidade da escola em contribuir para a formação de pessoas capazes de opinar a respeito dos destinos da ciência e tecnologia (FREITAS; SOUZA, 2004, p. 2).

O aluno como parte integrante desta sociedade, tem o direito de conhecer o que ocorre ao seu redor, para assim poder participar das tomadas de decisão, portanto é imprescindível que ele tenha contato com uma educação voltada para a cidadania. Esta ideia é defendida pela tendência atual do Ensino de Ciências, o Ensino por Pesquisa, que enfatiza a importância da abordagem Ciência, Tecnologia

e Sociedade (CTS) ou Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), visando à formação de cidadãos responsávelmente ativos na sociedade.

Por outro lado, uma vez que o livro didático é uma ferramenta de apoio neste processo, o mesmo deve apresentar em seu conteúdo assuntos relevantes para a educação contemporânea, com conhecimentos e conceitos científicos voltados à inserção do aluno na sociedade. Por meio de conhecimentos adquiridos em sua vida escolar, o aluno será capaz de participar ativamente nos processos de produção e nas tomadas de decisão.

Os conhecimentos que favorecem o estudante a se tornar um cidadão ativo, são aqueles que de alguma forma permitem refletir sobre a sua realidade, através de situações do dia-a-dia (saúde, meio ambiente, utilização de aparelhos eletroeletrônicos), nas quais ele pode tomar decisões que influenciarão a sociedade como um todo. Com uma educação voltada para o exercício da cidadania, ele terá subsídios para que não apenas tome decisões, mas que o faça consciente de suas consequências, para a sociedade e para o ambiente.

Nesta perspectiva, vale lembrar que o livro didático deve apresentar conteúdos que explorem essa realidade, com a finalidade de proporcionar aos estudantes, situações vivenciadas por eles, possibilitando-lhes amplo conhecimento das relações presentes na sociedade em que estão inseridas.

O livro didático de Biologia em especial, tem grandes possibilidades de proporcionar uma reflexão sobre o papel de cada cidadão frente à crise ambiental que assola o planeta, desde que as relações existentes entre ciência, tecnologia e a sociedade, associadas ao ambiente, sejam apresentadas de maneira clara e objetiva no livro e mediadas adequadamente pelo professor.

Um exemplo disso é o tema “Poluição”, que se bem trabalhado pode trazer o conhecimento científico para o cotidiano, mostrando causas, consequências e possíveis soluções para esta problemática. É interessante lembrar que, se os conteúdos forem apresentados compartimentalizados e sem aplicabilidade no cotidiano, não promoverão o resultado desejado, na perspectiva de uma educação voltada para a cidadania.

Para tanto, o livro didático, além de apresentar o conteúdo nesta perspectiva de educação deve fazê-lo por meio de uma linguagem clara para que as informações façam sentido, tanto para o professor quanto para os alunos. Deve,

ainda, oferecer subsídios para que estes, como cidadãos, tenham uma visão mais ampla do universo em que habita e possa compreender e argumentar sobre os mais variados temas, como a problemática da poluição.

Considerando esta problemática, surge a questão: Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (EM) apresentam o conteúdo sobre “poluição” de qualidade, acessível a estudantes deste nível de escolaridade, com conhecimentos fundamentais para que estes reflitam sobre as complexas relações existentes entre a ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente?

Frente a esta questão, o presente trabalho tem por objetivo analisar o tema poluição em três livros de Biologia, utilizados no EM do Estado do Paraná, buscando identificar e refletir sobre a abordagem CTSA no desenvolvimento do referido tema, no contexto de uma educação para a cidadania.

Um dos livros em questão foi elaborado pela própria Secretaria de Estado da Educação (SEED), que disponibiliza os exemplares para as várias escolas do Paraná, e os outros dois constam no catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) sendo, portanto indicados para o ensino médio em todo território nacional.

No primeiro capítulo a discussão gira acerca dos movimentos Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), os quais defendem uma educação voltada para a cidadania, fundamental para a preparação de cidadãos participativos e ambientalmente responsáveis. Também são tecidas algumas considerações sobre a relação entre CTSA e Educação Ambiental (EA), que é bastante estreita, uma vez que a última busca formar alunos conscientes e participativos frente aos inúmeros dilemas socioambientais existentes. O capítulo aborda também o Ensino por Pesquisa (EPP), uma perspectiva didática no Ensino de Ciências que corrobora com a vertente CTS/CTSA. Tal perspectiva considera a ciência como parte da cultura humana, por valorizar a História da Ciência, bem como o contexto histórico cultural. Principalmente, por possibilitar o desenvolvimento de competências múltiplas, o crescimento social e pessoal por meio de conteúdos significativos ao dia-a-dia, inclusive com teor tecnológico, que convergem para uma educação voltada para a cidadania, auxiliando na formação de cidadãos com participação responsável na sociedade.

No segundo capítulo, são apresentados os fundamentos básicos referentes ao livro didático, como a sua utilização, o seu papel perante o processo de aprendizagem do aluno, as críticas existentes quanto ao seu conteúdo e as características fundamentais que este material de apoio ao professor deve apresentar segundo alguns autores. É apresentado, ainda, um histórico dos programas do livro didático e as suas respectivas contribuições para a melhoria do ensino no país. Outro item muito importante são as considerações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e as Diretrizes Curriculares do Paraná (DCE) acerca do ensino de Biologia para o ensino médio.

O terceiro capítulo trata da metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho, na análise dos livros. Parte do estabelecimento de categorias para em seguida, avaliar alguns parâmetros, como: o conteúdo científico quanto sua confiabilidade, adequação à série, ilustrações e riqueza de seu conteúdo e também, a presença de elementos que favoreçam o desenvolvimento de uma educação científica. Esta voltada para o exercício da cidadania, a presença da história da ciência, responsabilidade individual e coletiva, impactos e soluções para os problemas decorrentes do uso da tecnologia e a tomada de decisões.

E, finalmente, no quarto capítulo são apresentadas às discussões, referentes aos resultados obtidos a partir da análise dos livros didáticos. As reflexões apresentadas são relativas ao conteúdo científico contido na estrutura do texto, nas ilustrações e nas características importantes que podem subsidiar a educação voltada para o exercício da cidadania, na expectativa de identificar se as relações CTSA estão presentes nas obras analisadas.

Por fim, nas considerações finais, é feita uma comparação entre as obras analisadas a partir dos resultados obtidos durante a análise deste estudo e qual sua verdadeira contribuição para a educação, tanto científica e tecnológica quanto cidadã.

CAPITULO 1 – A Abordagem CTS, CTSA na Educação Cidadã.

1.1. Educação para a cidadania

De acordo com Ferreira (1986), CIDADANIA significa “qualidade de cidadão”, que por sua vez significa: “Na antiguidade, o que gozava o direito de cidade: cidadão romano/Membro de um estado, considerado do ponto de vista de seus deveres para com a pátria e seus direitos políticos”.

A respeito da cidadania, Caffer (2003, p. 86-87) diz:

Há pouco tempo, a cidadania era definida, basicamente, pelo exercício de direitos políticos e civis. Atualmente, pela crescente conscientização e demanda do homem por mais educação, trabalho, saúde, habitação e lazer – agora entendidos como direitos da comunidade – os princípios da cidadania estenderam-se praticamente a todas as atividades humanas fundamentais. [...]. Neste sentido, é direito de cada um ter uma vida digna.

E quais seriam os direitos do cidadão? Tratando-se da “Educação para a Cidadania” é importante conhecer os direitos que o cidadão possui em relação à Educação.

A Constituição Federal (CF/88), no artigo 205 dispõe que:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Neste documento oficial, o preparo do cidadão para o exercício da cidadania aparece como um objetivo da educação. Então, pode-se dizer que a educação seria o “instrumento norteador” para que se alcance a cidadania. De acordo com Zenaide e Tosi (2004), a educação para a cidadania, também chamada de educação em direitos humanos, substitui a educação popular ou educação libertadora. Tanto a educação para a cidadania quanto a educação popular buscam uma transformação política da sociedade, para que esta seja mais justa, mais humana e mais fraterna. O movimento mais recente integra à defesa dos direitos civis e políticos; os direitos econômicos, sociais e culturais. Com o enfoque dos direitos humanos surgem novos temas como a segurança, influenciados por uma mudança na pauta das questões enfrentadas, na linguagem utilizada e nos conceitos enfocados.

Para estes autores, a constituição de 1988 e as novas responsabilidades internacionais em defesa dos direitos humanos ampliaram a abrangência da educação em direitos humanos (educação para a cidadania), que defende as lutas sociais pela construção de uma sociedade mais justa e igualitária. Este movimento inicia-se com a educação não formal, amplia-se para a educação formal e também é introduzida a lugares antes proibidos, como academias de polícia e penitenciárias. A propagação dos direitos humanos no âmbito nacional e internacional possibilitou a afirmação de uma linguagem que atinge um amplo leque de questões que fazem parte das preocupações dos educandos e que são de interesse das minorias, como os temas relacionados ao meio ambiente.

Este movimento passa então a crescer e a ganhar apoio de órgãos federais, pois diferentemente do movimento de educação popular, o Estado não é visto como um inimigo, mas como um aliado que, ao longo do tempo se tornou mais flexível a estas questões passando a auxiliar o movimento com a criação de órgãos que auxiliam na defesa das minorias. Neste movimento de luta pelos direitos humanos insere-se a educação para a cidadania, que é parte integrante da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que possui um caráter interdisciplinar, permitindo uma melhor colaboração entre várias disciplinas (ZENAIDE; TOZI, 2004).

Estes autores também justificam a importância da educação voltada para a cidadania pela grande demanda de profissionais mais bem preparados e qualificados e pela sua maior aceitação no sistema de educação formal. Seu fortalecimento é evidenciado com um capítulo integrante do Programa Nacional de Direitos Humanos que prevê o fortalecimento de programas educacionais para o respeito dos direitos humanos, com a criação de uma nova disciplina sobre direitos humanos, que seria chamada “Ética e Cidadania”, preenchendo o lugar da antiga disciplina “Educação Moral e Cívica”.

Os autores afirmam que:

[...] a educação aos direitos humanos se dá numa inter-relação constante entre um conjunto de informações e de conhecimentos indispensáveis para a formação do cidadão e um conjunto de valores ético-políticos que essas informações pressupõem. São esses conjuntos de valores que o documento define como: “valores republicanos” (respeito às leis, respeito ao bem público, sentido de responsabilidade no exercício do poder) e “valores democráticos” (amor à igualdade e horror aos privilégios, a aceitação da vontade da maioria e o respeito das minorias) que constituem o **ethos**

coletivo e que, ao final, tem como seu horizonte o respeito integral aos direitos humanos (ZENAIDE; TOSI, 2004, p. 8-9).

Com estes valores, alguns eixos norteadores devem ser levados em consideração como: a vida cotidiana como referência da ação educativa; formação de sujeitos críticos, ativos e conscientes de seus atos; diálogo, participação e democracia; dignidade. Tais eixos se desdobram nos seguintes princípios teórico-metodológicos:

- A educação em direitos humanos implica numa visão crítica e política de educação.

- A educação em direitos humanos promove uma ética e uma cultura democrática. A Educação em Direitos Humanos se fundamenta nos princípios afirmados na Declaração Universal dos Direitos Humanos, na Conferência Mundial de Teerã (1968), na Conferência Mundial de Viena (1993), tais como, a universalidade inerente a todo ser humano em meio à diversidade étnico-cultural, a indivisibilidade e a interdependência dos direitos civis, políticos, econômicos e culturais e a inviolabilidade.

- A educação em direitos humanos cria multiplicidades de possibilidades e metodologias de ação, envolvendo os conhecimentos técnicos do fazer pedagógico, a relação teoria e prática, o projeto político pedagógico, o material didático, o processo de avaliação, a realidade social e educacional, os conteúdos, a contextualização e o universo cultural.

- A educação em direitos humanos permeia e atravessa as relações de poder.

- A educação em direitos humanos desenvolve-se de modo desigual na construção do processo de democratização social.

- A educação em direitos humanos tem um potencial crítico e transformador da realidade pedagógica, da realidade social e institucional.

- A educação em direitos humanos atravessa os conteúdos e as práticas educacionais e sociais, resignificando os métodos, os conteúdos, as relações, os projetos de vida e de trabalho, o clima e a cultura.

- A educação em direitos humanos flexibiliza a inter-relação entre temas e conteúdos.

- A educação em direitos humanos promove o diálogo intercultural.

- A educação em direitos humanos permeia e atua no cotidiano.
- A educação em direitos humanos possibilita a construção e formação de sujeitos de direitos.
- A educação em direitos humanos integraliza as concepções históricas dos direitos humanos.
- A educação em direitos humanos contribui para a formação de novos hábitos.
- A educação em direitos humanos adota os princípios metodológicos da educação popular.
- A educação em direitos humanos promove a educação para a justiça social e a paz.
- A educação em direitos humanos tem um compromisso com a humanidade.
- A educação em direitos humanos incorpora os distintos espaços institucionais como forma de democratização das relações sociais.

Seguindo estes princípios, os educadores conseguirão trabalhar a educação para a cidadania, mas isto se tornará mais eficiente com o uso de instrumentos, como o livro didático que acompanhe este movimento. Com isto serão formados cidadãos responsáveis, críticos e participativos na sociedade, interagindo com seu cotidiano e compreendendo as transformações e inovações ocorridas no meio em que vive.

É evidente que o conhecimento científico e tecnológico está cada vez mais presente em nossa vida e isto pode ser visto no ambiente doméstico e profissional, como móveis, eletrodomésticos e eletrônicos, ou seja, estão inseridos em nossa cultura. Como argumenta Pretto (1995) “a ciência e seu método fazem parte do mundo da cultura” que é essencialmente humana e considerá-la como tal significa compreendê-la como um conhecimento integrante de um todo que tem como objetivo a compreensão do homem e do mundo.

Vital para o desenvolvimento da economia e da indústria, a educação científica e tecnológica é também essencialmente importante no processo de promoção da cidadania e inclusão social, uma vez que propicia às pessoas oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que as cerca, respeitar os pontos de vista alheios, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida (UNESCO, 2005, p. 4).

Uma vez que a integração do aluno com o ambiente em que vive e a compreensão dos fenômenos existentes são extremamente importantes para um aprendizado significativo. É fundamental que os estudantes tenham acesso a um aprendizado que forneça situações nas quais ele possa ser um sujeito atuante no processo de construção de conhecimento e um ser ativo na sociedade a que pertence. Isto pode ser viabilizado com o uso de um livro didático atual e uma ampla abordagem de diversos temas que contenham tópicos que relacionem ciência e cotidiano, como por exemplo: a poluição.

Neste sentido, Senapeschi (2003) defende a divulgação de trabalhos científicos a leigos, mas sem banalizar o conhecimento científico ou comprometer sua linguagem. Para esta divulgação ocorrer de maneira efetiva e eficiente, o ideal é que o cidadão tenha uma educação apropriada, que o auxilie na avaliação de determinados resultados de pesquisas, principalmente as que levantam questões de natureza ética e que envolvam riscos ambientais. Também defende que o papel da sociedade é:

[...] investigar a curiosidade do leitor em relação ao tema e fornecer um conjunto mínimo de informações para que ele possa entender e se posicionar perante questões relacionadas à ciência e à tecnologia, nos contextos de cidadania e educação (SENAPECHI, 2003, p. 29).

Espera-se que o ensino seja capaz de promover no aluno uma visão mais crítica de sua sociedade, preparando-o para o exercício consciente da cidadania, por meio dos conceitos básicos do conhecimento e das implicações sociais das ciências.

Entretanto, deve-se ter clareza que formar cidadãos não significa apenas ensinar conceitos e ilustrar as ciências com fotos e comentários de processos químicos, físico e/ou biológicos envolvidos. Existe uma compreensão mundial de que o cidadão precisa, sobretudo, compreender e saber aplicar conceitos, além de desenvolver a capacidade de tomar decisões. Por isso, faz-se necessário uma contextualização dos conteúdos, para que o aluno possa entender as múltiplas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, permitindo-o tomar decisões, analisando seu custo/benefício. (SANTOS, 2003)

O necessário é um ensino que apresente a ciência como um instrumento que possibilite o estudante – o ser humano – a ter acesso a uma forma de interpretação do mundo que o cerca. O que for ensinado deve estar vinculado à realidade de quem estuda. A ciência tem que estar intimamente

ligada à vida porque ela é sua parte integrante e, quando dissociada, perde o seu sentido de ser. (PRETTO, 1995, p. 21)

No mundo caracterizado pela globalização, cuja realidade econômico-tecnológica imprime profundas transformações em um ritmo cada vez mais acelerado, a escola e seus recursos têm papel fundamental no processo de integração aluno/sociedade. (SANTOS, 2003)

Dessa maneira, cabe aos educadores, em sintonia com toda comunidade escolar e com instrumentos de ensino adequados, viabilizar mecanismos para operacionalização de um conjunto de atividades contextualizadas e transdisciplinares que torne o aluno capaz de analisar problemas diversos, buscando soluções, desenvolvendo o espírito crítico e o domínio de habilidades e competências diversas. Mas fatores diversos, como a falta de estrutura e de equipamentos e baixa capacitação de professores, dificultam este processo.

Os parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio indicam que

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 2000, p. 6).

Este tipo de conhecimento torna-se cada vez mais necessário, pois com uma visão melhor de mundo, o cidadão pode se adaptar em diversos ambientes, já que entende os processos existentes no lugar em que vive.

No ensino de Biologia, o desenvolvimento deste tipo de postura e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribui para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários. Indivíduos conscientes do mundo que os cercam e de suas próprias vidas, capazes assim de realizar ações práticas, fazer julgamentos e tomar decisões. (BRASIL, 2000)

1.2 Abordagens CTS e CTSA

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) vêm ao encontro da educação voltada para a cidadania. Nesta abordagem é estabelecido um forte vínculo entre educação e cotidiano que, conseqüentemente, amplia a visão de mundo.

Segundo Auler (2007), o movimento CTS, a partir de meados do século XX tem influenciado o campo educacional no sentido de perceber a necessidade da participação do estudante em temas relacionados à Ciência - Tecnologia (CT). Aponta, também, que as situações-problema que fazem parte do contexto da realidade do aluno deve ser o ponto de partida para a aprendizagem.

De acordo com Santos (2008), o movimento CTS iniciou-se devido ao agravamento de problemas ambientais e de discussões acerca da natureza do conhecimento científico e sua função na sociedade. Este movimento cresceu no mundo inteiro, começou a refletir criticamente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, levando a proposição de novos currículos para o ensino de ciências, sobretudo, a partir da década 70. Pode-se dizer que o principal objetivo destes currículos é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. (SANTOS, 2007)

Alguns autores passaram a incorporar ao enfoque CTS às questões ambientais, passando a utilizar a sigla CTSA, isto porque as atividades humanas estão a cada dia causando mais problemas ambientais e interferindo na dinâmica da natureza (SOLBES, VILCHES, 2005, SUTIL et al, 2008).

A abordagem CTSA pressupõe considerar o entendimento de questões ambientais, qualidade de vida, economia e aspectos industriais da tecnologia em relação à falibilidade e natureza da ciência, assim como as discussões sobre opiniões e valores, implicando uma ação democrática (SUTIL et al, 2008, p.3).

O movimento CTSA dentro do currículo de Biologia é de extrema importância, pois se preocupa em estimular o aluno a tomar decisões, sendo participante ativo na sociedade. Ou seja, propõe uma educação voltada para a cidadania.

De acordo com Solbes e Vilches (2005), nessa perspectiva (CTSA), ao estudarem ciências, os estudantes devem desenvolver competências no sentido de

realizarem avaliações sobre riscos e impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico em situações do cotidiano.

Corroborando com tal pensamento, Freitas (2008) explica que:

Atualmente a educação básica propõe formar para a cidadania de modo que cada pessoa possa atuar no mundo real e global. Apesar de a ciência ser parte direta ou indireta do dia-a-dia das pessoas, na escola, poucas vezes, os alunos são colocados em situações de ensino e aprendizagem que explorem as relações entre ciência tecnologia e sociedade. Em decorrência disso a população está usufruindo produtos da ciência e da tecnologia sem, muitas vezes, compreender seus prós e contras (FREITAS, 2008, p. 229).

Com a educação cidadã, defendida pelos movimentos CTS/CTSA, o estudante passa a ter conhecimento de que fatos e ações relacionados à ciência e à tecnologia refletem em seu cotidiano. Mas isto não se dá apenas por mera identificação destas relações e sim pelo concreto entendimento de que estes fatos e ações têm um porquê de existirem (expansão da tecnologia devido ao uso da ciência) e que podem produzir impactos na sociedade e no ambiente. Esta interpretação de impactos sobre o meio ambiente deve ser mediada por uma educação científica pautada numa perspectiva crítica e emancipatória do sujeito.

A questão ambiental é uma preocupação cada vez mais presente em toda a sociedade e é uma realidade com a qual o ser humano precisa aprender a conviver. Isso implica na necessidade de um ensino voltado para essa temática, que venha contribuir para a formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para a existência humana (VASCONCELLOS; SANTOS, 2008, p. 3).

Sendo assim, torna-se evidente que há uma grande necessidade de práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação científica, expandindo a possibilidade da população participar no âmbito mais elevado do processo decisório. Assim promove-se o crescimento da consciência ambiental.

Para que isto se concretize, autores como Farias e Freitas (2007) trazem à luz da discussão o aporte dos fundamentos da educação ambiental, numa perspectiva integradora ao movimento CTS, considerando que a primeira tem em sua base os processos participativos dos indivíduos e coletividade, para a recuperação, conservação e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida.

Quando nos referimos à educação ambiental, a situamos num contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, configurando-se como

elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. O desafio do fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, se concretiza a partir da possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres, e se converter, portanto, em ator co-responsável na defesa da qualidade de vida (JACOBI, 2003 p. 197).

A educação deve auxiliar o aluno a participar ativamente da sociedade, em sua crescente reconstrução, não apenas com expectadores; ela deve priorizar o aluno como cidadão. Para isto, Freitas (2008) expõe que a educação deve ser compreendida como um processo dinâmico em constante elaboração de conhecimentos, submetidos à análise crítica; que valorize e aplique princípios éticos, considerando as questões socioambientais; em que haja democracia nos processos decisórios e que o coletivo interfira e transforme a realidade.

Mas como fazer com que este tipo de aprendizagem chegue ao aluno? Além de inúmeras estratégias didático-pedagógicas, o livro didático também desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, ele deve apresentar algumas características básicas. Segundo Santos (2001), citado por Freitas (2008), os critérios que os livros didáticos devem seguir são responsabilidade, influências mútuas, CTS, relações com as questões sociais, balanço de pontos de vista, tomadas de decisões e resoluções de problemas; ação responsável e integração de um ponto de vista.

Corroborando com as intenções dos movimentos CTS/CTSA há a perspectiva didática de Ensino Por Pesquisa (EPP), a qual defende a educação sem memorização, voltada para o crescimento social e pessoal do aprendiz e com valorização da história da ciência no contexto sócio-cultural. Tal perspectiva seria uma tendência atual na Didática das Ciências, defendendo que a ciência é um tipo de cultura em construção.

1.3 As Perspectivas da Didática das Ciências e a Educação Cidadã

O conhecimento científico chega aos alunos, principalmente, por meio da educação escolar, com o auxílio dos professores e do livro didático. Este tipo de conhecimento é importantíssimo por possibilitar que os alunos tenham uma leitura mais clara do mundo, sobretudo, dos avanços e dilemas científicos e tecnológicos que fazem parte do cotidiano da sociedade. Neste sentido, “o ensino de ciências é fundamental para a plena realização do ser humano e a sua integração social” (UNESCO, p. 2005). Diante disto:

[...] os indivíduos precisam dispor de certas competências para poder participar, precisam ter atitudes que sejam compatíveis com a vida em comum considerada satisfatória ou boa. A educação é o grande recurso criado pela humanidade para tentar desenvolver essas competências mencionadas. Dentro da educação em geral, a educação escolar é hoje, mais do que nunca, um espaço fundamental. Muitas propostas têm surgido na direção do desenvolvimento de competências e atitudes que sirvam às pessoas para sua vida enquanto cidadãs (CASTRO; RAMOS-DE-OLIVEIRA, 2002, p. 34).

Para melhorar o ensino de ciências, desenvolveu-se um novo campo de conhecimento, a Didática das Ciências. Baseando-se em *La comprensión humana*, obra de Toulmin (1997), Aliberas, Gutierrez e Izquierdo (1989) se conclui que surgira uma nova disciplina, a Didática das Ciências, que “abre novas perspectivas para um tratamento mais rigoroso e eficaz dos problemas que surgem no ensino-aprendizagem das ciências (CACHAPUZ et al, p. 196, 2005)”. A partir de então, este novo campo de conhecimentos passou a ser incorporado na sala de aula e na formação dos professores de ciências.

A crescente publicação de trabalhos inovadores e um significativo aumento no número de referências em outras revistas contribuíram para a emergência da didática das Ciências (CACHAPUZ et al, 2005). Porém, alguns obstáculos contribuíram para atrapalhar sua consolidação, como: as críticas feitas à visão de uma didática reduzida a métodos e técnicas por sua relação com a Psicologia, aplicando seus conhecimentos teóricos.

Estes autores indicam ainda, que o enriquecimento da atividade docente e a aprendizagem mais estimulante e satisfatória contribuíram para o desenvolvimento da Didática das Ciências.

É tema de grandes discussões e controvérsias qual o modelo mais adequado e eficiente para ensinar, ou seja, que perspectiva de ensino “adotar” para que se obtenham bons resultados na aprendizagem e na formação científica (MARIA, p. 36, 2008).

Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2000), diferentes perspectivas teóricas fundamentaram o ensino de ciências ao longo da história da educação. Os autores classificam estas diferentes perspectivas em Ensino por Transmissão, Ensino por Descoberta, Ensino por Mudança Conceitual e Ensino por Pesquisa.

No Ensino por Transmissão a função do professor é transmitir conteúdo e aos alunos cabe o armazenamento dos conteúdos e a reprodução das informações de forma passiva. Sendo assim, o conhecimento era visto como: acumulativo, absoluto e linear e a didática como repetitiva, de base memorística e de ritmo uniforme, o erro era entendido como negativo e a avaliação classificatória é separada do processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto as matérias se configuravam como verdades absolutas, sendo o conhecimento científico certo e inquestionável e os trabalhos experimentais considerados como uma obrigação curricular.

Já o Ensino por Descoberta, que surgiu por volta de 1970, como uma tentativa de avanço frente ao Ensino por Transmissão (ruptura, renovação). Os autores argumentam que reinava a convicção de que os alunos eram capazes de aprender por conta própria qualquer conteúdo científico, simplesmente a partir da observação, partindo de idéias mais simples, para as mais elaboradas, construindo conhecimentos a partir dos fatos apresentados ou obtidos, sendo praticamente ignorado o diálogo de idéias ou contra ideias.

Nesta perspectiva de ensino os *alunos*, apesar de serem entendidos como os sujeitos do processo de aprendizagem têm seus conhecimentos prévios ignorados, sendo elevados à categoria de reprodução de protocolos experimentais, ou seja, basta seguir as instruções dos professores que os resultados surgem sem questionamentos. Já os professores acabam assumindo um papel de organizador das situações de aprendizagem direcionando as descobertas feitas pelos alunos, caracterizando-se como um programador que deveria seguir de forma exaustiva, detalhada, clara, seqüencial e rigorosa os métodos, o qual se configura de suma importância na estrutura do assunto e pouca ênfase no contexto da aprendizagem. Sendo as experiências quase mecânicas, independentes do conteúdo e do contexto,

começando pela observação, passando à hipótese e indo à experiência que deveria fornecer dados e resultados às interpretações e conclusões dos alunos.

Segundo os autores, nesta perspectiva o professor é o mediador de um ensino dirigido que visa uma descoberta guiada, que busca convencer os alunos da facilidade ilusória da reprodução do processo. Portanto, a aprendizagem fica centrada na descoberta, através da observação cuidadosa, sistemática e intuitiva, onde a descoberta se faz sem a necessidade de pensar por meio do referencial teórico, não havendo informações prévias. O professor ao desenvolver no aluno as diversas capacidades inerentes aos processos científicos, estabelece a convicção que este fica preparado cognitivamente para aprender por si só.

Os autores explicam que este método ainda se faz presente na atualidade, principalmente no ensino básico devido à aparência de proximidade com a natureza da ciência e a atividade científica, pelas perspectivas pedagógicas estarem centradas nos alunos, pela concepção das explicações pelas experiências e pela crença na objetividade e neutralidade dos fatos. No entanto, chamam atenção à necessidade de reagir contra a tendência de exagero de reprodução (que é muitas vezes entendido como descobrir por conta própria), bem como a tendência de considerar o erro como evidente, ignorando as idéias dos alunos e não colaborando para a sua capacidade de pensar e aprender.

Na visão dos autores, não existe problematização neste método, pois se valoriza somente os resultados esperados, a metodologia é esquecida (questiona-se somente o porquê e qual o significado dos resultados), sendo as interpretações e o diálogo das observações esquecidos, dessa forma não se desenvolve nos alunos o espírito argumentativo e crítico. Porém, os autores lembram que este método de ensino foi importante por trazer o trabalho experimental para o centro do ensino de ciências, onde o aluno é chamado a participar ativamente do processo de aprendizagem.

Já o Ensino por Mudança Conceitual configura-se como uma preocupação com a mudança dos conceitos alternativos, onde se busca compreender as dificuldades e sugerir estratégias de ensino que ajudem os alunos na reorganização conceitual, ou seja, nesta perspectiva o importante é aprender a pensar. O professor deve contribuir para que os estudantes reorganizem os seus conceitos de uma forma qualitativamente diferente. Assim, não se aceita mais a ideia de um sujeito

pré-construído, mas sim a construir-se, com auto-regulação e autotransformação, através da re-construção de conceitos, alterando concepções através de mudanças na maneira de observar e pensar o fenômeno. Desta forma, desenvolvendo novas atitudes a respeito dos seus próprios conceitos com análise do anterior e do presente, assim passa-se a valorizar as construções prévias dos alunos.

Segundo os autores, no Ensino por Mudança Conceitual os alunos passam a construir e re-construir conhecimentos, transformando as informações, mas de uma forma progressiva, desenvolvendo assim instrumentos para pensar melhor. O professor configura-se, então, como o organizador de estratégias intencionais, provocadoras de conflito cognitivo e estimuladoras da problematização e interrogação, sugerindo e referindo propostas alternativas às dos alunos, provocando-lhes dúvidas e vacilações, incentivando a integração e cooperação, ou seja, o professor passa a apresentar uma atitude reflexivo-investigativa ajudando os alunos a construir representações mais ajustadas de pensar.

Para os autores, o professor facilitador é mediador dos conhecimentos prévios dos alunos, teve que passar a respeitar e compreender os conhecimentos demonstrados através dos comportamentos e questionamentos dos alunos, fazendo-se necessário o envolvimento pela procura de interligações capazes de promover a mudança dos seus conhecimentos prévios para conhecimento científico. Mas, para isso se fez necessário o conhecimento profundo dos conteúdos, da forma de aprendizagem, e da história do pensamento científico, além das representações prévias dos alunos.

Na perspectiva do Ensino por Pesquisa, a informação e os conteúdos que se configuram como os meios necessários ao exercício do pensar nascem na discussão dos alunos, com a ajuda do professor e não dos processos curriculares (estruturado e exaustivo). Dessa forma, os alunos tornam-se afetivamente envolvidos, sem respostas prontas e prévias além das soluções provisórias, sendo o conteúdo inter e transdisciplinar, cultural e educacionalmente relevantes, numa ciência promotora de culturas científicas humanizadas e num mundo tecnológico avançado, o que configura a nova tendência no Ensino e na Didática das Ciências, a “Nova Didática”.

Os autores também caracterizam a perspectiva do Ensino por Pesquisa como uma educação em ciências capaz de garantir a aprendizagem significativa,

cujos conhecimentos são voltados à interpretação do dia-a-dia dos alunos, contribuindo assim para o desenvolvimento pessoal e social decorrentes da necessidade de compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade. Dessa forma, na perspectiva do Ensino por Pesquisa a avaliação se configura como não classificatória, mas sim, formadora e capaz de atender aos alunos em diferentes contextos e situações, numa abordagem transdisciplinar, onde as ciências são integradas e o conhecimento visto como unidade, estando presente à abordagem histórica, social, epistemológica e problemática.

Ao discorrer sobre a importância do Ensino por Pesquisa, Figueiredo e Bettencourt (2009, p. 508) argumentam que:

De entre as várias perspectivas para o Ensino das Ciências, o “ensino por pesquisa” (EPP) tem sido aquela que, nos últimos tempos, reúne consenso alargado em relação às suas potencialidades na construção de conhecimentos, contribuindo positivamente para a formação pessoal e social dos alunos.

Lucas e Vasconcelos (2005, p. 3) também destacam que:

O EPP fundamenta-se na epistemologia racionalista contemporânea, segundo a qual a Ciência desenvolve teorias para um melhor entendimento de Ensino Por Transmissão (EPT) fundamenta-se na epistemologia «empirista» (empirismo clássico), segundo a qual a ciência é um corpo de conhecimentos fechado, imutável e que cresce por acumulação.

Segundo Lucas e Vasconcelos (2005), no Ensino por Pesquisa devem-se valorizar a História da Ciência no contexto sócio-cultural em que foi produzido determinado conhecimento científico, fomentando nos alunos o gosto pela pesquisa, fato que os ajuda a transformar informação em conhecimento. Assim, para os autores, ensinar ciências já não é ensinar um corpo de conhecimentos, mas é ensinar os alunos a construir o seu próprio conhecimento como sujeito ativo, indagador e dinâmico, onde a reflexão e discussão assumem um papel crucial.

Galvão e Abdalla (2009), ao tratar das especificidades da temática da formação profissional no campo da educação escolar e da visão do professor como agente sócio-cultural ativo, também tratam da importância do Ensino por Pesquisa. Citam estudos que apontam a importância de um novo modelo de trabalho escolar voltado para a aprendizagem significativa e comunicativa, onde os professores se

sintam mais motivados a ensinar para formar cidadãos mais capazes de conviver na sociedade atual.

[...] o ato de ensinar que possibilita reconhecer os modos pelos quais as diferenças individuais entre os alunos contribuem para o desenvolvimento de competências múltiplas e integradas. Possibilita a aprendizagem da cidadania, do saber conhecer, atuar para comunicar e conviver na sociedade atual, de que modo determinadas atividades que envolvem assuntos específicos e representativos de problemáticas sociais atuais contribuem para a compreensão do processo formativo social (GALVÃO; ABDALLA, 2009, p. 04).

Assim, no Ensino por Pesquisa tanto os alunos como os professores tem a possibilidade de participar e configurar uma aprendizagem útil e utilizável na vida diária, mas, para isso, faz-se importante que as fontes de informação sejam acessíveis e confiáveis. Como o livro didático ainda se configura, para muitos, como uma fonte primária de conteúdos e assuntos, é fundamental que este seja adaptado à nova perspectiva da didática de ciências, com conhecimentos e conceitos científicos que incentivem o refletir sobre causas, conseqüências e possíveis soluções de diferentes problemáticas, possibilitando uma educação voltada para a cidadania.

Neste sentido, vale lembrar que as recomendações sobre as relações CTS a CTSA estão incorporadas aos documentos legais referentes à educação brasileira como os PCNs e as DCE.

Devido à grande ênfase nas relações CTS e CTSA no ensino básico, vários estudos tem investigado a presença destas abordagens nos livros didáticos do país, como Maria (2008) que aborda CTSA referente ao conteúdo alimentação humana nos livros didáticos de Ciências Naturais da 4ª série do ensino fundamental, dentre outros.

Um tema de fundamental importância para a abordagem CTS/CTSA é “Poluição”, pois é um tema atual, em constante debate na sociedade, o qual discutiremos neste trabalho.

CAPÍTULO 2 – O LIVRO DIDÁTICO

2. 1 O papel do livro didático

O livro-texto é muito utilizado por professores para o auxílio no ensino de diversas disciplinas, mas, não é um artifício moderno. Segundo Oliveira (1986), os textos são utilizados no ensino desde a antiguidade, em lugares como China, Índia, Pérsia, Grécia e Roma, para os ensinamentos diversos (religião, patriotismo, literatura, moral, filosofia, mitologia, dentre outros).

O livro didático surgiu como um complemento aos grandes livros clássicos. De uso restrito ao âmbito da escola, reproduzia valores da sociedade, divulgando as ciências e a filosofia e reforçando a aprendizagem centrada na memorização. E, por longos anos, ele cumpriu essa missão. Hoje, o livro didático ampliou sua função precípua. Além de transferir os conhecimentos orais à linguagem escrita, tornou-se um instrumento pedagógico que possibilita o processo de intelectualização e contribui para a formação social e política do indivíduo (SOARES, 2001, p.1).

O livro didático, por sua grande influência no processo de ensino-aprendizagem, apresenta importante papel no ensino formal. Souto e Vasconcelos (2003, p. 93) descrevem que “a crescente discussão sobre a qualidade dos livros didáticos tem provocado sensíveis alterações na produção editorial nos últimos anos”.

Muitas são as críticas feitas a este instrumento por diversos autores como Pretto (1995), Bizzo (1996), Souto e Vasconcelos (2003), dentre outros, sobre erros ainda existentes em muitos conteúdos de livros didáticos.

Em relação aos conteúdos presentes nos livros didáticos, há estudos como os realizados por Pretto (1995), que revelam algumas características difundidas, como comportamento autoritário, elitista e etnocêntrico e os conteúdos são apresentados de forma compartimentalizada, sem inter-relação entre os temas abordados.

É possível afirmar que, nos últimos anos, as coleções de obras didáticas não sofreram mudança substancial nos aspectos essenciais que derivam de fundamentos conceituais, os quais determinam as peculiaridades do ensino no campo das Ciências Naturais (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 150).

Isto pode ser verificado quando, se compara alguns livros didáticos com a bibliografia de especialistas de alguma área específica, como por exemplo, a

classificação dos fungos. Há autores que não dividem este filo corretamente, ou seja, não seguem critérios essenciais de classificação com base em especialistas da área.

[...] os Filos contidos no Reino Fungi são: Cythridiomycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota. Alguns autores ainda insistem em caracterizar o Filo Deuteromycota, no entanto para especialistas, esse grupo é inteiramente artificial, denominado como fungos imperfeitos, por apresentarem apenas estruturas de reprodução assexual e, quando são observadas estruturas sexuais é possível identificar o fungo dentro de Ascomycota ou Basydiomycota (ALEXOPOULOS et al, 1996, apud BIAVA; GOMES-DA-COSTA; INADA, 2007, p.212).

Desta forma, os conteúdos trazem conhecimentos e informações que não respeitam pesquisas realizadas e comprovadas por especialistas, o que prejudica a formação científica dos alunos que utilizam determinados livros.

Apesar do rigor exigido lançadas ao livro didático, seu conteúdo ainda apresenta o conhecimento científico como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural. Também não modificaram a fragmentação 99 de temas ambientais nem deixaram de tratar o aluno como ser passivo que recebe informações que não condizem com a realidade (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Como o livro didático é o principal objeto de apoio e referência que os alunos têm acesso, principalmente na rede pública, uma vez que geralmente possuem um menor poder aquisitivo é interessante que estes apresentem em seus conteúdos temas relevantes para uma compreensão melhor da realidade vivida pelos mesmos. Não devemos esquecer que além de fazer parte da vida do aluno, o conteúdo deve ser correto e coerente com uma dada visão de ciência, pois desta maneira não causam prejuízo intelectual. É necessário lembrar que o déficit de aprendizado de um aluno influencia em toda sua vida, pois os conhecimentos adquiridos na escola podem ser determinantes na sua vida e nas suas escolhas.

De acordo com Bizzo (1996), um material didático pode conter erros que levam o aluno a um prejuízo intelectual, comprometendo sua atuação social e profissional no futuro, podendo ainda expô-los a riscos.

Conforme citado anteriormente, diversos autores criticam os conteúdos existentes em diversos livros didáticos já analisados, não apenas pela desvinculação com a realidade dos alunos que os utilizam, mas, sobretudo devido à linguagem

inapropriada. Seja esta linguagem científica demais ou sem novos componentes que favoreçam um aprendizado com novos conceitos e informações.

Sobre a adequação dos conteúdos, Bizzo (1996, p.29) afirma que:

É essencial que o conteúdo desenvolvido seja pertinente, socialmente relevante e acessível ao aluno, considerando-se a faixa etária a que se destina. Professor e aluno devem encontrar conteúdos que permitam uma exploração inteligente da ciência e dos fenômenos estudados. A criança deve ser vista como aprendiz inteligente, capaz de entender e criticar o conhecimento científico dentro das características próprias da idade. [...]. O livro didático deve ser concebido para os alunos aos quais se destina, que devem compreendê-lo em sua totalidade, percebendo a ligação que deve existir entre suas partes.

Devido à grande influência deste instrumento no processo de intelectualização e sua notada importância em sala de aula, pois na maioria das vezes é fator norteador das aulas, tanto no sentido de sequência e continuidade do conteúdo estudado quanto no sentido de ser o principal material intelectual que a grande maioria dos alunos tem acesso. O livro didático deve apresentar alguns requisitos importantes para que o aluno possa da melhor forma possível, compreender o conteúdo independentemente da região em que habita e acompanhar os avanços da ciência.

Nesta mesma perspectiva, Oliveira (1986) salienta que:

É preciso verificar se o autor, através do desenvolvimento dos temas, se preocupa com a formação de hábitos, atitudes, habilidades, ideais. As oportunidades de aplicação de métodos atualizados virão como decorrência do desenvolvimento metodológico do próprio livro-texto. Os temas, conforme sejam tratados e distribuídos, suscitam a expressão do aluno em diversas modalidades. As formas variadas de apresentação da matéria denotam a originalidade do autor e contribuem para provocar manifestações renovadas nos alunos (OLIVEIRA, 1986, p. 76).

Assim, o livro deve satisfazer aos objetivos e anseios da comunidade, que se serve da escola como agente de transmissão de cultura e de valores próprios às novas gerações (OLIVEIRA, 1986 p.63). E, como o livro didático é acessível a todos os alunos, torna-se fundamental para a construção de um ambiente de sala de aula que represente o ensino como um processo coletivo entre alunos e professores (BRASIL, 2008b).

O que está implícito nesta afirmação é que devido a sua grande influência no processo de ensino-aprendizagem, o livro didático apresenta importante papel no

ensino formal e é a principal ferramenta utilizada por professores do ensino médio para planejarem e ministrarem suas aulas. Portanto, sua escolha deve ser feita de forma criteriosa, considerando diferentes aspectos relacionados à sua abordagem didática, conforme afirma Pfromm Neto (1974).

Um livro-texto de Ciências deve oferecer um conteúdo que reflita o estado atual. Isto é, deve incorporar os avanços científicos em aspectos que tenham significação no momento atual. Mas é também necessário que o conteúdo do livro se relacione com as características do país ou da região. Estes requisitos se justificam pela própria concepção atual de que a educação científica se constitui de princípios e generalizações que permeiam amplamente as atividades humanas em geral. Desse modo, o livro-texto de Ciências, mesmo nas séries iniciais, deve, em primeiro lugar, levar o aluno à compreensão dos princípios científicos. Mas a compreensão funcional desses princípios só se dá quando o livro oferece condições para o aluno associar as próprias idéias, provenientes de sua experiência, aos referidos princípios, e permite a aplicação dos princípios a situações práticas (PFROMM NETO, et al 1974, p. 108).

No Brasil, tanto o Estado quanto o professor e o aluno fazem uso do livro didático, cada qual da maneira que lhe cabe. O Estado compra o livro, o professor o escolhe e o utiliza como ferramenta de trabalho e o aluno por sua vez o utiliza para compreender melhor os assuntos ensinados pelo professor na sala de aula.

Diante disto, vale lembrar que:

Cabe ao professor selecionar o melhor material disponível, diante da sua própria realidade. Sua utilização deve ser feita de maneira, que possa construir um apoio efetivo, oferecendo informações corretas, apresentadas de forma adequada à realidade de seus alunos (BIZZO, 2000, p.66).

De acordo com o Guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático - PNLD (2008), do ponto de vista do professor, um bom livro didático deve desempenhar algumas funções como:

Informação científica e geral: – Como não se pode conhecer tudo nem estar atualizado em tudo, uma função importante do LD está na qualidade, na correção e na atualização das informações científicas e gerais que apresenta. Quanto mais detalhadas e de melhor qualidade para os objetivos do ensino, mais essas informações podem colaborar em sua tarefa de transmitir conhecimentos pertinentes e confiáveis (BRASIL, 2008a p. 18).

Segundo Delizoicov (2002), o livro didático ainda é o principal instrumento de trabalho do professor, é a referência mais importante da maioria deles. Mas estudos sobre este tipo de livro, desde a década de 70, indicam suas deficiências e

limitações, mobilizando então, a partir de 1994, um movimento que contribuiu para a avaliação institucional dos livros didáticos distribuídos pelo Governo às escolas públicas.

Com as críticas sistemáticas, há uma visível tendência para a eliminação de sérios equívocos, sobretudo, de ordem conceitual e metodológica e o aparecimento de livros didáticos produzidos por pesquisadores da área de ensino de Ciências (DELIZOICOV, 2002).

Nesse contexto, evidencia-se extrema preocupação com o conteúdo existente nos livros didáticos, visando um melhor aprendizado e compreensão de cada tema por parte dos alunos. Não existe apenas a preocupação com o conteúdo científico, presente no currículo escolar, mas também com o conhecimento popular que faz parte do cotidiano do aluno e que pode ampliar sua visão de mundo.

Como o livro didático é um recurso acessível a todos os alunos, ele se torna fundamental para a construção de um ambiente de sala de aula que represente o ensino como um processo de elaboração coletiva e cooperativa entre professores e aprendizes (BRASIL, 2008b p.10).

Com o intuito de garantir um livro de qualidade aos alunos, o Ministério da Educação, ao longo dos últimos anos, tem delimitado ações como a avaliação do livro didático para melhorar a qualidade deste instrumento e da formação de professores, que serão apresentadas no próximo item.

2.2 Um breve histórico dos Programas do Livro Didático

O tema tratado neste trabalho não é tão recente. A partir da criação do Ministério da Educação, Saúde e Cultura na década de 30 se iniciaram a preocupação com o livro didático, que se intensificou na década de 50, época em que iniciava a publicação de artigos em que se analisava o conteúdo dos mesmos. Um exemplo é Dante M. Leite, que em 1950 publicou dois artigos analisando o preconceito racial e o patriotismo em livros didáticos utilizados na escola primária. Desde então o livro tem sido amplamente analisado e criticado (PRETTO, 1995).

Portanto, há algum tempo existem leis e órgãos do governo responsáveis pela viabilização do livro didático, como mostra o breve histórico, descrito a seguir, acerca da política dos livros didáticos do país (FNDE, s/d).

A preocupação do governo com o livro didático começa em 1929, ano em que o Estado cria um órgão específico para legislar sobre políticas do livro didático, o Instituto Nacional do Livro (INL), contribui para a maior legitimação do livro didático nacional e, conseqüentemente, auxilia no aumento de sua produção.

Nove anos mais tarde, em 1938, por meio do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38, o Estado institui a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), estabelecendo sua primeira política de legislação, controle de produção e circulação do livro didático no País.

O Estado consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático, restringindo ao professor a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos, conforme definido no art. 5º do Decreto-Lei nº 8.460, de 26/12/45, estabelecido no ano de 1945.

Em 1966, com o objetivo de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático foi estabelecido um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), permitindo a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED). O acordo assegurou ao MEC os recursos suficientes para a distribuição gratuita de 51 milhões de livros no período de três anos. Ao garantir o financiamento do governo a partir de verbas públicas, o programa revestiu-se do caráter de continuidade.

Em 1970, a Portaria nº 35, de 11/3/1970, do MEC implementa o sistema de coedição de livros com as editoras nacionais, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL). Após um ano, este instituto passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF). Assumindo tanto as atribuições administrativas e quanto gerenciais dos recursos financeiros até então a cargo da COLTED, que deixa de existir devido ao término do convênio MEC/USAID, e concretiza-se a implantação do sistema de contribuição financeira das unidades federadas para o Fundo do Livro Didático.

Apenas em 1976, pelo decreto nº 77.107, de 4/2/76, o governo assume a compra de boa parcela dos livros para distribuí-los a uma parte das escolas e das unidades federadas. Com a extinção do INL, a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME) torna-se responsável pela execução do programa do livro didático. Os recursos provêm do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das contrapartidas mínimas estabelecidas para participação das Unidades da Federação. Devido à insuficiência de recursos para atender todos os alunos do ensino fundamental da rede pública, a grande maioria das escolas municipais é excluída do programa.

Em 1983, foi criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) em substituição à FENAME, que se incorpora ao PLIDEF. Nesta ocasião os professores passam a participar da escolha dos livros.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) surge em 1985, substituindo o PLIDEF. Isto ocorre com a edição do Decreto nº 91.542, de 19/8/85, que traz diversas mudanças, como: a indicação do livro didático pelos professores; a reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade, possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias; fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro aos professores.

Porém, em 1992 a distribuição dos livros é comprometida pelas limitações orçamentárias e há um recuo na abrangência da distribuição, restringindo-se o atendimento a 4ª série do ensino fundamental. Para melhorar a situação, em 1993, a Resolução FNDE nº 6 vincula, em julho de 1993, recursos para a aquisição dos

livros didáticos destinados aos alunos das redes públicas de ensino, estabelecendo-se, assim, um fluxo regular de verbas para a aquisição e distribuição do livro didático.

Apenas em 1995 volta à universalização da distribuição do livro didático no ensino fundamental de forma gradativa. Neste ano são contempladas as disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa, em 1996, a de Ciências e, em 1997, as de Geografia e História.

No ano de 1996 é iniciado o processo de avaliação pedagógica dos livros inscritos para o PNLD 1997. Esse procedimento foi aperfeiçoado, sendo aplicado até hoje. Os livros que apresentam erros conceituais, indução a erros, desatualização, preconceito ou discriminação de qualquer tipo são excluídos do Guia do Livro Didático.

Devido à extinção da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), em 1997, a responsabilidade pela política de execução do PNLD é transferida integralmente para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). O programa é ampliado e o Ministério da Educação passa a adquirir, de forma continuada, livros didáticos de Alfabetização, Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, Estudos Sociais, História e Geografia para todos os alunos de 1ª a 8ª série do ensino fundamental público.

Em 2000 é inserida a distribuição de dicionários de Língua Portuguesa para uso dos alunos de 1ª a 4ª série no PNLD e, em 2001, pela primeira vez na história do programa, os livros didáticos passam a ser entregues no ano anterior ao ano letivo de sua utilização. Os livros para 2001 foram entregues até 31 de dezembro de 2000.

Em 2001 há um progresso em relação à inclusão, o PNLD amplia de forma gradativa, o atendimento aos alunos portadores de deficiência visual que estão nas salas de aula do ensino regular das escolas públicas com livros didáticos em braile.

Com o intuito de atingir em 2004 a meta de que todos os alunos matriculados no ensino fundamental possuam um dicionário de Língua Portuguesa para uso durante toda sua vida escolar, em 2002 o PNLD dá continuidade à distribuição de dicionários para os ingressantes na 1ª série e atende também aos estudantes de 5ª e 6ª séries.

Em 2003, o PNLD distribui dicionários de Língua Portuguesa aos ingressantes na 1ª série e atende aos alunos das 7ª e 8ª séries, alcançando o objetivo de contemplar todos os estudantes do ensino fundamental com um material pedagógico que os acompanhará continuamente em todas as suas atividades escolares. É distribuído, também, Atlas Geográfico para as escolas que possuem, concomitantemente, EJA e turmas de 5ª a 8ª série do ensino regular.

A distribuição de livros didáticos de todos os componentes curriculares aos alunos de 1ª a 4ª séries; de dicionários aos alunos de 1ª série e aos repetentes da 8ª série e a última reposição e complementação do PNLD 2002 aos alunos de 5ª a 8ª série é feita em 2004. Também são entregues cerca de 38,9 milhões de dicionários aos estudantes, para uso pessoal, que é de propriedade do aluno, podendo compartilhar a fonte de pesquisa com toda a família.

Em 2005, são distribuídos livros didáticos de todos os componentes curriculares de 1ª a 4ª série, reposição e complementação a todos os alunos de 5ª a 8ª série. A partir deste ano a sistemática de distribuição de dicionários é reformulada, de maneira a priorizar a utilização do material em sala de aula. Assim, em vez de entregar uma obra para cada aluno, o FNDE fornece acervos de dicionários a todas as escolas públicas de 1ª a 4ª série do ensino fundamental.

Desta forma, foram adquiridos em 2006 dicionários destinados às bibliotecas das escolas e distribuídos em escolas de 1ª a 4ª série, o tipo do dicionário é enciclopédico ilustrado trilingue - Língua Brasileira de Sinais/Língua Portuguesa/Língua Inglesa aos alunos que tem surdez e utilizam a Língua Brasileira de Sinais (Libras).

Em 2007, o FNDE adquire 110,2 milhões de livros para reposição e complementação de matrículas para 2ª a 4ª série (3º ao 5º ano) e a grade completa para alunos de 1ª e 5ª a 8ª série (1º e 2º e 6º ao 9º ano) para beneficiar, no ano letivo de 2008, 31,1 milhões de alunos de 139,8 mil escolas públicas. Também foram comprados dicionários trilingues português, inglês e libras para fornecer aos alunos com surdez das escolas de ensino fundamental e médio. Os alunos com surdez de 1ª a 4ª série também recebem cartilha e livro de língua portuguesa em libras e em CD-Rom.

São adquiridos, ainda, 18,2 milhões de livros para 7,1 milhões de alunos de 15,2 mil escolas públicas de ensino médio. Seguindo a meta progressiva de

universalização do livro para o ensino médio, o atendimento do livro didático amplia-se com a aquisição de livros didáticos de História, Biologia e Química. A grade é completada em 2008, com a compra de livros de Física e Geografia, neste ano ocorre a distribuição de livros didáticos de todos os componentes curriculares, Alfabetização, Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia e Ciências de 1ª, 5ª a 8ª série e reposição e complementação aos alunos de 2ª a 4ª série.

Diante deste histórico, evidencia-se que a preocupação em gerar, subsidiar, fornecer, avaliar e distribuir os livros didáticos vem de longa data, mas não é por isso que críticas devam deixar de existir. A tendência é uma constante mudança na legislação para que a qualidade destes livros esteja em constante evolução.

A qualidade do livro didático é fundamental e seu conteúdo e atividades devem dar suporte ao currículo e programa adotado pela escola e pelo professor. Nos próximos itens são apresentadas as propostas para o ensino de Biologia no ensino médio delineadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e pelas Diretrizes Curriculares do Paraná (DCP).

Um fator que evidencia a preocupação com a qualidade destes livros é a existência de catálogos com obras indicadas que passaram por avaliações, constam suas respectivas características, para que os professores escolham os livros de maneira mais acertada.

O Catálogo do programa Nacional do Livro para o Ensino Médio apresenta princípios e critérios comuns à avaliação de obras didáticas para o ensino médio. Os critérios comuns são eliminatórios e de qualificação. Nos critérios eliminatórios, as obras que não constarem correção e adequação conceituais e correção das informações básicas, coerência e pertinência metodológicas e preceitos éticos serão eliminadas.

Os critérios de qualificação permitem distinguir as obras selecionadas entre si. A obra deve auxiliar na construção de uma sociedade cidadã, de maneira que aborde criticamente as questões de sexo, de relações étnico-raciais e classes sociais, usando linguagem gramatical correta. Deve ainda apresentar exigências pertinentes à estrutura editorial.

2.3 – O que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais a respeito do Ensino de Biologia no Ensino Médio

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são documentos oficiais que ditam regras de acordo com a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional). Nos últimos anos estes parâmetros sofreram algumas alterações com o intuito de melhorar o ensino no país.

Partindo de princípios definidos na LDB, o Ministério da Educação, num trabalho conjunto com educadores de todo o País, chegou a um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta. Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000, p.4).

Segundo os PCNs a primeira versão da reforma do Ensino Médio propôs uma reorganização curricular em áreas de conhecimento, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos, de forma interdisciplinar e contextualizada. Houve reformulação dos textos teóricos que fundamentavam cada área do conhecimento, estes elaborados por especialistas no assunto. As mudanças propostas utilizaram a LDB como principal referencia legal.

Com esta reforma curricular, o Ensino Médio passa a fazer parte da Educação Básica, ou seja, esse nível de ensino é de direito de todo cidadão. O Ensino Médio deixa de ser obrigatório, mas o Estado deve ofertá-lo gratuitamente a todo aquele que desejar.

Isso significa que o Ensino Médio passa a integrar a etapa do processo educacional que a Nação considera básica para o exercício da cidadania, base para o acesso às atividades produtivas, para o prosseguimento nos níveis mais elevados e complexos de educação e para o desenvolvimento pessoal, referido à sua interação com a sociedade e sua plena inserção nela (BRASIL, 2000, p.9)

Agora como integrante da Educação Básica, o Ensino Médio é etapa final. Por isso, passa a ter característica de terminalidade, proporcionando aos alunos o aprofundamento do conhecimento adquirido em toda uma vida escolar. Deve ainda,

dar subsídios para que o aluno quanto cidadão esteja preparado para a “vida” e para o trabalho, exercendo sua cidadania.

Em suma, a Lei estabelece uma perspectiva para esse nível de ensino que integra, numa mesma e única modalidade, finalidades até então dissociadas, para oferecer, de forma articulada, uma educação equilibrada, com funções equivalentes para todos os educandos: • a formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; • o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; • a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; • o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos (BRASIL, 2000, p. 10).

Para os PCNs, as mudanças no currículo vieram de forma a contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano na vida em sociedade, na atividade produtiva, e na experiência subjetiva. Assim, incorporam-se as quatro premissas apontadas pela UNESCO como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea como diretrizes gerais e orientadoras da proposta curricular: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

Aprender a conhecer: visa uma educação permanente, uma vez que fornece subsídios para continuar aprendendo ao longo da vida.

Aprender a fazer: é a aplicação da teoria na prática, o que é muito importante no desenvolvimento da sociedade contemporânea.

Aprender a viver: trata-se de aprender a viver juntos, desenvolvendo interdependência.

Aprender a ser: preconiza a preparação do cidadão para a autonomia de pensamentos e decisões frente aos acontecimentos no decorrer de sua vida.

“A partir desses princípios gerais, o currículo deve ser articulado em torno dos eixos básicos orientadores da seleção de conteúdos significativos, tendo em vista as competências e habilidades que se pretende desenvolver no Ensino Médio” (BRASIL, 2000, p. 16)

Os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM) são estendidos com orientações educacionais complementares, as quais estão divididas de acordo com a área de conhecimento. Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, Biologia, Física, Química e Matemática estão em uma mesma área do

conhecimento, pois tem em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos e compartilham a mesma linguagem. As disciplinas dessa área compõem a cultura científica e tecnológica.

Nesta área do conhecimento os objetivos educacionais são os seguintes: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural.

Representação e comunicação envolvem o reconhecimento, a utilização e a interpretação de seus códigos, símbolos e formas de representação; a análise e a síntese da linguagem científica presente nos diferentes meios de comunicação e expressão; a elaboração de textos; a argumentação e o posicionamento crítico perante temas de ciência e tecnologia.

Investigação e compreensão têm como competências: identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativa e cálculos; interpretação e utilização de modelos explicativos das diferentes ciências; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber.

A contextualização no ensino de ciências apresenta competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo.

Para os PCNs, o ensino de Ciências no Ensino Fundamental e de Biologia no Ensino Médio deve proporcionar aos alunos o conhecimento e descoberta de inúmeros fatos e processos que ocorrem no mundo que os cercam, inclusive no seu próprio organismo. Conhecendo estes fenômenos, além de saber como funciona o mundo vivo, os estudantes podem opinar acerca dos assuntos veiculados na mídia, que cada vez mais divulga conteúdos científicos.

No decorrer de sua vida escolar, o aluno deve acumular conhecimento agregando novas informações e conceitos, possibilitando que sempre tenha informações referentes aos assuntos mais atuais. Neste sentido, o ensino das disciplinas científicas procura desenvolver nos alunos competências e habilidades em Biologia, que vêm de encontro às competências da área.

Para abordar tais competências e habilidades foram propostos seis temas estruturados. No entanto, é um exemplo para demonstrar a possibilidade de combinação dos elementos essenciais. Estes temas servem para representar agrupamentos desses campos para destacar os aspectos essenciais sobre a vida e a vida humana que vão ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos. Os seis temas estruturados no ensino de Biologia são:

1) Interação entre os seres vivos: reúne conteúdos que proporcionem o entendimento de que os seres vivos são interdependentes.

2) Qualidade de vida das populações humanas: relaciona as questões da saúde com as condições de vida das populações.

3) Identidade dos seres vivos: são abordadas características que diferenciam os sistemas vivos dos não vivos.

4) Diversidade da vida: caracteriza a diversidade da vida, sua distribuição em ambientes diversos e mecanismos que favorecem a ampla diversificação.

5) Transmissão da vida, ética e manipulação gênica: estuda os fundamentos da hereditariedade.

6) Origem e evolução da vida: busca compreender a origem da vida, da Terra e do Universo.

Estes temas são propostos para serem trabalhados em uma seqüência que seja mais significativa para o aluno, levando em consideração o ambiente em que ele vive, e ainda a organização do tempo escolar e a grade curricular vigente na escola. Nos quadros 1 e 2, duas seqüências são sugeridas para a seqüência dos temas.

Quadro 1 – Seqüência 1 de temas sugerida pelo PCN+ Ensino Médio

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Interação entre os seres vivos	3. Identidade dos seres vivos	5. Transmissão da vida, manipulação gênica e ética
2º semestre	2. Qualidade de vida das populações humanas	4. A diversidade da vida	6. Origem e evolução da vida

Quadro 2 – Seqüência 2 de temas sugerida pelo PCN+ Ensino Médio

	1ª série	2ª série	3ª série
1º semestre	1. Origem e evolução da vida	4. A diversidade da vida	1. Interação entre os seres vivos
2º semestre	3. Identidade dos seres vivos	5. Transmissão da vida, manipulação gênica e ética	2. Qualidade de vida das populações humanas

Na primeira seqüência, os alunos começam estudando conteúdos em que estão inseridos e, posteriormente estudarão características dos seres vivos que compõem a biosfera. Já na segunda seqüência, nos primeiros temas abordados os seres vivos são estudados em uma visão microscópica, no decorrer das séries são estudados em sua forma macroscópica e cada vez mais o grau de organização e de interação entre os seres vivos vai sendo ampliado.

No presente trabalho, avaliamos livros didáticos nos quais os conteúdos seguem a seqüência 2, em que o assunto abordado (poluição) é estudado na terceira série do ensino médio.

2.4 O que dizem as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná a respeito do Ensino de Biologia no Ensino Médio

A Secretaria de Educação do Estado do Paraná identificou a ausência de reflexão sistematizada sobre a prática educativa, pois o foco estava sobre a formação continuada. Desta observação, iniciou em 2003, uma intensa discussão acerca das concepções teórico-metodológicas que organizam o trabalho educativo.

Após cinco anos, em 2008, como resultado destas discussões originaram-se as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE), fundamentadas na premissa de que a escola constitui a alternativa concreta de acesso ao saber, entendido como conhecimento socializado e sistematizado na instituição escolar.

As DCE indicam que o currículo serve para orientação pedagógica (currículo como documento) e que age sobre o conhecimento a ser desenvolvido na escola, com objetivos, métodos e conteúdos necessários para desenvolver os saberes escolares. E, também, tem um caráter político (currículo como prática), projeto de futuro para a sociedade.

O currículo como documento varia de acordo com as matrizes teóricas que o orientam e o estruturam. Neste aspecto, o conhecimento escolar pode ser tratado sob diversas óticas, pois cada uma dessas matrizes enfatiza diferentes saberes. Aqui são descritas três grandes matrizes curriculares: o currículo vinculado ao academicismo e ao cientificismo; o currículo como configurador da prática, vinculado às teorias críticas.

Para as DCE, o currículo vinculado ao academicismo e ao cientificismo utiliza o saber especializado como referência na utilização de conceitos e princípios que são ensinados aos alunos. A disciplina escolar é vista como conseqüência da ciência, a escola passa conhecimento científico, pois os saberes a serem socializados são decorrentes das ciências que os referenciam. Este tipo de currículo recebe críticas, pois trata a disciplina escolar como ramificação do saber especializado, e assim perde a dimensão de totalidade. Além disso, não possibilita uma construção crítica da educação, pois traz os conteúdos escolares como resumo de saberes elaborados por especialistas de diferentes áreas.

O currículo vinculado às subjetividades e experiências vividas tem seu foco nas experiências decorrentes da vida do aluno, os aspectos intelectuais, físicos,

emocionais e sociais são importantes no seu desenvolvimento, assim a experiência, a vivência de sua cultura e situações-problema são importantes neste currículo. O problema é que há prejuízo da aprendizagem dos conhecimentos históricos e socialmente construídos pela humanidade e o papel da escola se reduz a instituição socializadora, sem dar valor aos saberes acadêmicos.

O currículo como configurador da prática, vinculado às teorias críticas é a proposta das DCE. Segundo as diretrizes, neste tipo de currículo tanto saber científico quanto práticas sociais são valorizadas. São consideradas as dimensões científica, filosófica e artística do conhecimento. Apesar de abordar fatores históricos e culturais permite estabelecer relações interdisciplinares, que também se constitui como concepção crítica de educação.

De acordo com estes princípios teóricos o currículo deve oferecer ao aluno a formação necessária para perceber as transformações das realidades sociais, econômica e políticas contemporâneas, buscando-se uma educação em favor de uma formação humanística e tecnológica, muito importante para o exercício da cidadania.

De acordo com as DCE, a totalidade do conhecimento e sua relação com o cotidiano podem ser possíveis com a produção científica, as manifestações artísticas e o legado filosófico pertencentes a um mesmo currículo e aplicáveis a diversas disciplinas. Assim a escola é vista como espaço comum entre o conhecimento científico e o cotidiano popular, de construção de uma ciência escolar que possibilita o aprendizado da cidadania.

A relação do ser humano com o mundo e o conhecimento resultam em uma dimensão artística, segundo as DCE. Criação e trabalho criador são características do conhecimento artístico. Esta característica de criação torna a arte elemento fundamental para a educação, pois o processo de criação ocorre com a construção de novos conhecimentos.

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 (SEED, 2008 p. 54).

Neste tipo de currículo é importante que haja conteúdos estruturantes, que são conhecimentos de grande amplitude, conceitos, teoria ou práticas, que organizam e identificam os campos de estudo de uma disciplina e são fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo. São selecionados a partir de uma análise histórica da ciência e da disciplina escolar, na escola são socializados, e apropriados para os alunos. A partir destes, são organizados os conteúdos básicos, com assuntos permanentes da disciplina e aqueles com função de movimento histórico e das atuais relações sociais.

Os conteúdos estruturantes para o ensino de Biologia “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” (SEED, 2008, p. 55-56). Estes conteúdos não devem ser compartimentalizados, pois são interdependentes. Espera-se que sejam abordados de forma integrada e as relações entre eles sejam interligados quando abordados, “com ênfase nos aspectos essenciais do objeto de estudo da disciplina, relacionados a conceitos oriundos das diversas ciências de referência da Biologia” (SEED, 2008 p. 56), desenvolvidas no decorrer do ensino médio.

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 (SEED, 2008, p. 56).

Como base estrutural para o currículo de Biologia no ensino médio estas diretrizes apresentam quatro modelos interpretativos do fenômeno vida. Cada um deles originando um conteúdo estruturante a serem lecionados numa perspectiva histórica e social que são: organização dos seres vivos; mecanismos biológicos; biodiversidade e manipulação genética. Estes conteúdos permitem conceituar vida em momentos distintos da história, auxiliando para que problemas atuais sejam entendidos como construção humana.

O conteúdo estruturante “organização dos seres vivos” propõe que esta organização seja relacionada à existência comum entre os seres vivos estudados e o ancestral comum. A classificação dos seres vivos deve ser feita para tentar

conhecer e compreender a diversidade biológica, agrupando e categorizando as espécies, inclusive as extintas.

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 (SEED, 2008, p. 57).

A proposta para o encaminhamento deste conteúdo é que a classificação dos seres vivos seja abordada como uma das tentativas de conhecer e compreender a diversidade biológica, a história do conhecimento da vida.

O conteúdo estruturante “mecanismos biológicos” deve abordar desde o funcionamento dos sistemas que formam os mais variados grupos de seres vivos, estudar os mecanismos que explicam o funcionamento dos sistemas orgânicos dos seres vivos. Partem da visão mecanicista, baseada na visão macroscópica, descritiva e fragmentada da natureza na busca de ampliar a discussão sobre a organização dos seres vivos quanto ao funcionamento dos sistemas orgânicos nos mais variados níveis de organização.

Para o encaminhamento deste conteúdo é importante adotar concepções metodológicas que favoreçam as relações entre os mecanismos de funcionamento e manutenção da vida.

O conteúdo estruturante “biodiversidade” possibilita a busca de novos conhecimentos com o intuito de compreender o conceito biodiversidade. Este conteúdo proporciona a relação do funcionamento dos sistemas orgânicos dos seres vivos, classificação e mecanismos biológicos.

Este conteúdo 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 (SEED, 2008, p. 59).

O encaminhamento deste conteúdo pretende influenciar o aluno a relacionar conceitos de conhecimento em genética, evolução, ecologia para chegar à compreensão da criação da explicação da diversidade dos seres vivos.

A “manipulação genética” trata das implicações dos conhecimentos da biologia celular, permitindo o questionamento sobre o conceito biológico da vida. Neste conteúdo devem ser abordados avanços da biologia molecular, biotecnologias, permitindo compreender a interferência do conhecimento do ser humano na biodiversidade.

Ao propor este conteúdo deve-se permitir análise sobre avanços biológicos por meio das técnicas de manipulação do material genético para o desenvolvimento da sociedade.

Ao utilizar a problematização como uma abordagem metodológica no desenvolvimento dos quatro conteúdos estruturantes, parte-se 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 (SEED, 2008, p. 65).

A partir dos conteúdos estruturantes são indicados os conteúdos básicos, que são “conhecimentos fundamentais para cada série da etapa final do ensino fundamental e para o ensino médio, considerados imprescindíveis para a formação conceitual dos estudantes nas diversas disciplinas da Educação Básica”.

Os conhecimentos básicos não podem ser suprimidos nem reduzidos, pois são fundamentais para a disciplina de Biologia, porém o professor poderá sequênciá-los, para trabalhar a seleção de conteúdos específicos no plano de trabalho docente, já que não são apresentados por série.

Os conteúdos básicos devem permitir a integração dos quatro conteúdos estruturantes, como podem constatar na figura 1.

O tema poluição, por exemplo, pode ser encaixado no conteúdo básico “Dinâmica dos ecossistemas: relações entre os seres vivos e interdependência com o ambiente”, está originalmente inserido no conteúdo estruturante “Biodiversidade”. Mas é necessário seu envolvimento com outros conteúdos estruturantes, pois envolve o reconhecimento dos diferentes grupos e mecanismos biológicos que determinam a diversidade envolvendo a variabilidade genética. As relações ecológicas estabelecidas entre eles e o meio ambiente (biodiversidade) e os processos evolutivos pelos quais os seres vivos têm sofrido modificações naturais (organização dos seres vivos) e as produzidas pelo homem (manipulação genética).

Figura 1: Relação entre conteúdos básicos e estruturantes.

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVALIAÇÃO
Organização dos Seres Vivos	Classificação dos seres vivos: critérios taxonômicos e filogenéticos.	Em concordância com a Diretriz Curricular do Ensino de Biologia, a abordagem dos conteúdos deve permitir a integração dos quatro conteúdos estruturantes de modo que, ao introduzir a classificação dos seres vivos como tentativa de conhecer e compreender a diversidade biológica, agrupando-os e categorizando-os, seja possível, também, discutir o mecanismo de funcionamento, o processo evolutivo, a extinção das espécies e o surgimento natural e induzido de novos seres vivos. Deste modo, a abordagem do conteúdo "classificação dos seres vivos" não se restringe a um único conteúdo estruturante. Ao adotar esta abordagem pedagógica, o início do trabalho poderia ser o conteúdo específico "organismos geneticamente modificados", partindo-se da compreensão das técnicas de manipulação do DNA, comparando-as com os processos naturais que determinam a diversidade biológica, chegando à classificação dos Seres Vivos. Portanto, é imprescindível que se perceba a interdependência entre os quatro conteúdos estruturantes. Outro exemplo é a abordagem do funcionamento dos Sistemas que constituem os diferentes grupos de seres vivos. Parte-se do conteúdo estruturante Mecanismos Biológicos, incluindo-se o conteúdo estruturante Organização dos Seres Vivos, que permitirá estabelecer a comparação entre os sistemas, envolvendo, inclusive, a célula, seus componentes e respectivas funções. Neste contexto, é importante que se perceba que a célula tanto pode ser compreendida como elemento da estrutura dos seres vivos, quanto um elemento que permite observar, comparar, agrupar e classificar os seres vivos. Da mesma forma, a abordagem do conteúdo estruturante Biodiversidade envolve o reconhecimento da existência dos diferentes grupos e mecanismos biológicos que determinam a diversidade, envolvendo a variabilidade genética, as relações ecológicas estabelecidas entre eles e o meio ambiente, e os processos evolutivos pelos quais os seres vivos têm sofrido modificações naturais e as produzidas pelo homem.	<p>Espera-se que o aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifique e compare as características dos diferentes grupos de seres vivos; • Estabeleça as características específicas dos micro-organismos, dos organismos vegetais e animais, e dos vírus; • Classifique os seres vivos quanto ao número de células (unicelular e pluricelular), tipo de organização celular (procarionte e eucarionte), forma de obtenção de energia (autótrofo e heterótrofo) e tipo de reprodução (sexuada e assexuada); • Reconheça e compreenda a classificação filogenética (morfológica, estrutural e molecular) dos seres vivos; • Compreenda a anatomia, morfologia, fisiologia e embriologia dos sistemas biológicos (digestório, reprodutor, cardiovascular, respiratório, endócrino, muscular, esquelético, excretor, sensorial e nervoso); • Identifique a estrutura e o funcionamento das organelas citoplasmáticas; • Reconheça a importância e identifique os mecanismos bioquímicos e biofísicos que ocorrem no interior das células; • Compreenda os mecanismos de funcionamento de uma célula: digestão, reprodução, respiração, excreção, sensorial, transporte de substâncias; • Compare e estabeleça diferenças morfológicas entre os tipos celulares mais frequentes nos sistemas biológicos (histologia); • Reconheça e analise as diferentes teorias sobre a origem da vida e a evolução das espécies; • Reconheça a importância da estrutura genética para manutenção da diversidade dos seres vivos; • Compreenda o processo de transmissão das características hereditárias entre os seres vivos; • Identifique os fatores bióticos e abióticos que constituem os ecossistemas e as relações existentes entre estes; • Compreenda a importância e valorize a diversidade biológica para manutenção do equilíbrio dos ecossistemas; • Reconheça as relações de interdependência entre os seres vivos e destes com o meio em que vivem; • Identifique algumas técnicas de manipulação do material genético e os resultados decorrentes de sua aplicação/utilização; • Compreenda a evolução histórica da construção dos conhecimentos biotecnológicos aplicados à melhoria da qualidade de vida da população e à solução de problemas sócio-ambientais; • Relacione os conhecimentos biotecnológicos às alterações produzidas pelo homem na diversidade biológica; • Analise e discuta interesses econômicos, políticos, aspectos éticos e bioéticos da pesquisa científica que envolvem a manipulação genética.
	Sistemas biológicos: anatomia, morfologia e fisiologia.		
Mecanismos Biológicos	Mecanismos de desenvolvimento embriológico.		
	Mecanismos celulares biofísicos e bioquímicos.		
Biodiversidade	Teorias evolutivas.		
	Transmissão das características hereditárias.		
Manipulação Genética	Dinâmica dos ecossistemas: relações entre os seres vivos e interdependência com o ambiente.		
	Organismos geneticamente modificado.		

Fonte: (SEED, 2008, p. 74).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA

O livro didático, devido a sua grande utilidade no cenário educacional do Brasil, tornou-se amplamente estudado por diversos pesquisadores. Neste trabalho investigamos o tema poluição em livros didáticos do Ensino Médio por meio da análise qualitativa.

A análise qualitativa busca entender um fenômeno específico, ela trabalha com descrições, comparações e interpretações, sendo o pesquisador fundamental para o desenvolvimento do estudo. Para Bogdan e Biklen (1994), as características principais de uma pesquisa são: descrição, interesse pelo processo e não apenas pelo resultado da pesquisa, ter o pesquisador como instrumento chave para o desenvolvimento do trabalho, questionamento do objeto de investigação e análise indutiva dos dados (os dados estabelecem a direção da pesquisa).

Para o estudo foram analisados três livros didáticos do Ensino Médio utilizados por colégios da Rede Pública Estadual da cidade de Maringá-PR, dois deles indicados pelo PNLEM e o último é o Livro Didático Público da Secretaria de Estado da Educação do Paraná.

A informação acerca da utilização dos livros pelos Colégios ocorreu de maneira informal, por meio de contatos com os Colégios Estaduais da cidade, sendo que tais informações foram cedidas pela equipe pedagógica dos Colégios. Como consequência disto, os livros escolhidos para análise foram alguns dos livros citados pelos profissionais dos Colégios que aceitaram disponibilizar esta informação. Foram analisados três livros didáticos (Quadro 3).

Quadro 3: Relação dos livros didáticos analisados

LIVRO	AUTOR	EDITORA	VOLUME	ANO	CÓDIGO
Biologia	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho	Moderna	03	2004	LD01
Biologia	Wilson Roberto Paulino	Ática	03	2005	LD02
Biologia	Vários autores	SEED	Único	2006	LD03

O conteúdo analisado foi “Poluição”, trabalhado no segundo ano do Ensino Médio, que consta em livros de volume único ou no terceiro volume das obras completas fragmentadas em três volumes (um livro para cada ano do Ensino Médio).

Os critérios de análise propostos basearam-se em Mohr (2008) e Vasconcelos e Souto (2003) de maneira que pudessem demonstrar de que forma o tema poluição é tratado nos livros didáticos do ensino médio. As categorias são as seguintes:

* **Clareza do texto**: O texto deve ser claro, objetivo e explicativo, apresentar informações e explicações desenvolvidas de tal modo que permitam ao aluno sua compreensão. Nesta categoria avalia-se a presença (implícita ou explícita) ou ausência de conceitos e definições que são importantes para dar clareza ao texto, para que seja possível analisar a clareza de forma abrangente e detalhada.

1. explícito: conceitos e definições podem aparecer no início ou no fim da exposição do tema.
2. implícito: a formulação de conceitos e definições é feita pelo próprio aluno a partir de elementos presentes no texto.
3. ausente: quando não aparecem conceitos e definições na forma explícita e nem apresenta informações suficientes para a formulação pelo próprio aluno.

Após a verificação da ausência ou presença (implícita ou explícita) é realizada uma análise geral destes parâmetros e classificados de acordo com os seguintes quesitos:

- 5: a obra atende plenamente ao quesito.
- 4: a obra atende satisfatoriamente ao quesito.
- 3: a obra atende parcialmente ao quesito.
- 2: a obra atende de modo insuficiente ao quesito.
- 1: a obra não atende ao quesito.

* **Explicação dos termos desconhecidos**: é necessário que, quando algum termo ainda não foi explicado em unidades anteriores o autor deva explicá-lo para que a ausência deste não interfira no aprendizado do aluno.

- sim: quando os termos desconhecidos são explicados.
- não: quando os termos desconhecidos não são explicados.
- inexistente: quando não há termos desconhecidos.

* **Adequação científica**: neste item avalia-se a atualização de conceitos e definições de novos termos utilizados na explicação do conteúdo. Pretende identificar se o autor está bem informado acerca do conteúdo inserido no livro didático o qual escreveu.

- boa: o autor insere conceitos e definições que sofreram alterações, de acordo com especialistas no assunto.
- aceitável: conceitos e definições desatualizados, mas que sofreram mudanças recentemente.
- incorreta: há conceitos errados ou muito antigos.

* **Figuras**: é um fator importante para a compreensão do conteúdo, e por isto deve ser apresentada de forma correta. Para Souto e Silva (2008) as imagens nos livros didáticos se relacionam com a observação e a representação dos fenômenos naturais e são importantes, pois apresentam informações do campo científico; favorecem a exploração da atividade da observação; e trazem representações do mundo natural e de seus fenômenos que na maioria dos casos não podem ser vistos naturalmente. As figuras ou imagens (fotos, gráficos e esquemas) têm a função de tornar o conteúdo mais atrativo, trazer a informação de maneira clara e concisa, além de estimular a curiosidade e o interesse do aluno.

Para avaliar se as figura contidas nos livros cumprem seu papel de auxiliar na compreensão do texto, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- 5: a obra atende plenamente ao quesito.
- 4: a obra atende satisfatoriamente ao quesito.
- 3: a obra atende parcialmente ao quesito.
- 2: a obra atende de modo insuficiente ao quesito.
- 1: a obra não atende ao quesito.

As categorias foram organizadas em uma tabela, na qual constam as categorias e os livros didáticos analisados.

Quadro 4: Categorias para análise geral do tema poluição.

CATEGORIAS		LD 01	LD 02	LD 03
Clareza do texto	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Explicação dos termos desconhecidos	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Correção científica	Boa			
	Aceitável			
	Incorreta			
Figuras	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Em uma segunda etapa, foram elaboradas categorias referentes ao tipo de poluição trabalhado nos livros (poluição de água, solo e ar). As categorias são as seguintes:

* **Causas**: se há conteúdos que valorizam a compreensão sobre as causas da poluição da água, do solo e do ar e de que forma isto ocorre.

- ausente: o autor não apresenta assuntos que tratam a questão das causas da poluição.
- muito abrangente: apresenta em detalhes as várias causas da poluição.
- pouco abrangente: as causas apresentadas não são detalhadas ou algumas são omitidas.

* **Consequências**: se há a explicação de fenômenos e danos que ocorrem devido à poluição.

- ausente: as consequências da poluição são omitidas.
- muito abrangente: apresenta em detalhes as várias consequências da poluição.
- pouco abrangente: as consequências apresentadas não são detalhadas ou algumas são omitidas.

* **Soluções:** se o autor indica alternativas para superar problemas causados pela poluição.

- ausente: as soluções para a poluição são omitidas.
- muito abrangente: apresenta em detalhes as várias soluções para a poluição.
- pouco abrangente: as soluções apresentadas não são detalhadas ou algumas são omitidas.

Para cada tipo de poluição apresentada pelo LD haverá uma tabela para comparação entre os livros didáticos. Assim como a tabela a seguir:

Quadro 5: Categorias para análise de poluição do ar, da água e do solo.

CATEGORIAS		LD 01	LD 02	LD 03
Causas	Ausente			
	Muito abrangente			
	Pouco abrangente			
Consequências	Ausente			
	Muito abrangente			
	Pouco abrangente			
Soluções	Ausente			
	Muito abrangente			
	Pouco abrangente			

Para melhor avaliar estes livros, partiu-se do pressuposto que a análise deve considerar as tendências atuais do ensino de Ciências. Dessa maneira, além de avaliar os conteúdos científicos referentes à poluição, também foi avaliado se os

livros estão adequados para uma educação contemporânea voltada para o exercício da cidadania, o que defende a abordagem CSTA.

Para analisar os dados, foram empregadas categorias, que para formulá-las utilizou-se como referência de base as características dos movimentos CTS/CTSA em associação à perspectiva teórica Ensino por Pesquisa (EPP), que aponta a ciência como produto da cultura humana, fundamentada na Nova Didática (GALVÃO e PRAIA, 2009). Algumas das categorias foram baseadas nos critérios apresentados por Maria (2008) e Santos (2001), que consideram a formação humana numa perspectiva de exercício de cidadania. As referidas categorias são:

* **Valorização do conhecimento prévio:** é importante que os conhecimentos que o estudante já possui sejam considerados na abordagem de um novo assunto. Porém é imprescindível que haja empenho para a desconstrução e reconstrução de saberes prévios que sejam obstáculos à construção do conhecimento científico.

* **Relação dos exemplos com a realidade:** quando os exemplos apresentados pelo texto se relacionam com a realidade do aluno, otimiza sua compreensão. Deve haver a relação do conhecimento científico aprendido com a ação prática, juntamente com o encorajamento da utilização deste tipo de conhecimento no cotidiano.

* **Presença da história da ciência:** conhecer o contexto histórico no qual a descoberta científica ou novas argumentações a respeito de determinado tema, auxilia na compreensão do assunto, a importância da ciência e também de como esta é concebida. Permite ao estudante conhecer as transformações ocorridas ao longo do tempo, reconhecendo a ciência como construção humana, influenciada por contextos sócio-culturais, econômicos e políticos, pois há casos em que as ideias científicas mudaram com os contextos sociais, morais e culturais e também influenciaram tais contextos.

* **Influências Mútuas CTS:** a ciência é a principal impulsionadora da tecnologia, e esta relação deve ser apresentada aos alunos, pois é o conhecimento científico que promove o desenvolvimento. Considera a utilização da tecnologia como estratégia para a melhoria da qualidade de vida da população, inclusive na resolução de problemas gerados pela poluição. Avalia, se as relações ciência, tecnologia e sociedade umas com as outras são apresentadas claramente.

* **Relações entre a responsabilidade individual e coletiva:** é importante o cidadão ter conhecimento de que suas ações influenciam a sociedade e o planeta, por isso é importante que os estudantes tenham contato com cenários problemáticos que evidenciem o papel da ciência e tecnologia a fim de provocar discussões acerca de assuntos que envolvam valores éticos, sociais e ambientais.

* **Impactos sociais e éticos na aplicação da tecnologia:** a tecnologia foi fundamental para uma série de avanços ao longo da história da humanidade, contudo, algumas de suas aplicações podem causar impactos tanto éticos quanto sociais. Sendo assim é muito importante que o livro didático indique e explique tais impactos e os problemas decorrentes dos mesmos.

* **A tecnologia na resolução de problemas:** é necessário que os estudantes também tenham conhecimento de que a tecnologia também influencia positivamente a sociedade e o meio ambiente, como na resolução de problemas causados pela poluição.

* **Tomada de decisões e resolução de problemas:** avalia se o material influencia os alunos na procura de soluções para problemas e para competências de tomada de decisão. Este deve oportunizar situações problemáticas reais, encorajando os alunos a desenvolverem atitudes, procurar soluções para os problemas, ou seja, passando de observador a participante da sociedade com intermédio da ciência.

As categorias encontram-se dispostas no Quadro 7, os parâmetros utilizados para detectar se os livros correspondem às categorias são presença (+) e ausência (-).

Quadro 7: Categorias para análise da abordagem CTSA nos livros didáticos.

CATEGORIAS DE ANÁLISE DE ASPECTOS COGNITIVOS, SOCIAIS E EDUCACIONAIS	D01	D02	D03
VALORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO			
RELAÇÃO DOS EXEMPLOS COM A REALIDADE			
PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA			
INFLUÊNCIAS MÚTUAS CTS			
RELAÇÕES ENTRE A RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E COLETIVA			
IMPACTOS SOCIAIS, ÉTICOS E AMBIENTAIS NA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA			
A TECNOLOGIA NA RESOLUCAO DE PROBLEMAS			
TOMADA DE DECISÕES E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS			

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar dos cinco livros analisados conterem em sua estrutura o tema “Poluição” cada autor aborda-o de maneira distinta, apresentando características próprias na abordagem do tema. Os resultados são expostos nos quadros a seguir (Quadro 8: Categorias para análise geral do tema poluição; Quadro 9: Categorias para análise de poluição do ar; Quadro 10: Categorias para análise de poluição da água e do solo; Quadro 11: Categorias para análise da educação voltada para a cidadania).

Quadro 8: Resultados da análise geral do tema poluição

CATEGORIAS		LD 01	LD 02	LD 03
Clareza do texto	1			
	2			X
	3		X	
	4	X		
	5			
Explicação dos termos desconhecidos	1			
	2			X
	3	X	X	
	4			
	5			
Correção científica	Boa			
	Aceitável	X	X	X
	Incorreta			
Figuras	1			
	2			
	3			X
	4	X	X	
	5			

Quadro 9: Resultados da análise de poluição do ar

CATEGORIAS		LD 01	LD 02	LD 03
Causas	Ausente			
	Pouco abrangente			X
	Abrangente	X	X	
	Muito abrangente			
Conseqüências	Ausente			
	Pouco abrangente			X
	Abrangente	X	X	
	Muito abrangente			
Soluções	Ausente		X	
	Pouco abrangente	X		X
	Abrangente			
	Muito abrangente			

Quadro 10: Resultados da análise de poluição da água e do solo

CATEGORIAS		LD 01	LD 02	LD 03
Causas	Ausente			
	Pouco abrangente			X
	Abrangente	X	X	
	Muito abrangente			
Conseqüências	Ausente			
	Pouco abrangente			X
	Abrangente	X	X	
	Muito abrangente			
Soluções	Ausente			
	Pouco abrangente		X	X
	Abrangente	X		
	Muito abrangente			

Quadro 11: Resultados da análise da educação voltada para a cidadania

CATEGORIAS DE ANÁLISE	LD01	LD02	LD03
VALORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO	+	+	+
RELAÇÃO DOS EXEMPLOS COM A REALIDADE	+	+	-
PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA	-	-	-
INFLUÊNCIAS MÚTUAS CTS	+	+	-
RELAÇÕES ENTRE A RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E COLETIVA	+	+	+
IMPACTOS SOCIAIS, ÉTICOS E AMBIENTAIS NA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA	+	+	-
A TECNOLOGIA NA RESOLUCAO DE PROBLEMAS	+	+	-
TOMADA DE DECISÕES E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	+	+	-

4.1 Dados referentes ao Livro Didático 1 (LD01)

Neste livro, o capítulo em que é abordado o tema poluição intitula-se “Humanidade e ambiente”. A poluição ambiental é tratada como impacto da espécie humana sobre a natureza e é dividida em poluição atmosférica, das águas e do solo.

O capítulo tem início com o item “O impacto da espécie humana sobre a natureza”, no qual conta que a Terra está sendo ameaçada pela poluição, aumento da temperatura global, destruição da camada de ozônio, esgotamento de recursos naturais e extinção de espécies, tudo isto provocado pela espécie humana. Expõe ainda, que há a necessidade de se utilizar os recursos do planeta sem ameaçá-lo, sendo que várias medidas já estão sendo tomadas para este fim.

O segundo item “Poluição Ambiental” inicia-se com a definição de poluição e em seguida é descrito um breve histórico sobre poluição, enfatizando que a mesma acentuou-se nas sociedades industrializadas e modernas e o problema vem desde o século XIX. A poluição descrita vai desde dejetos até poluição por metais pesados. Conclui afirmando que esclarecimento e educação da população são fundamentais para o controle da poluição.

Neste item “poluição ambiental”, alguns tipos de poluição aparecem como subitens. O primeiro é poluição atmosférica, onde são apresentadas as principais fontes poluidoras e quais são os poluentes, além de apresentar um gráfico com as respectivas porcentagens de liberação dos gases tóxicos. Ainda apresenta características dos três principais gases, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio, citando, ainda, mais fontes poluidoras.

Na seqüência, explica como ocorre a inversão térmica com o auxílio de uma figura e a associa aos problemas de saúde.

Explica o aumento do efeito estufa de forma bem detalhada, utiliza uma figura para auxiliar na compreensão do conteúdo.

Em relação ao Protocolo de Kyoto, os autores explicam o que rege o documento, onde e quando teve início, lista os países participantes e apresenta informações sobre a quantidade de gases poluentes que é liberada por alguns países. Este tema é tratado de forma abrangente, já que traz várias informações complementares como as ratificações executadas por alguns países.

No subitem “destruição da camada de ozônio” ocorre a explicação sobre o que é a camada de ozônio, como o ozônio é formado (com indicações para retornar a capítulos anteriores) e que apesar de ser benéfico à vida em altas camadas atmosféricas, próximo ao solo é um gás poluente. No capítulo 14 aparecem várias informações acerca da camada de ozônio, são elas: localização, como o gás ozônio é formado, a função do gás, os perigos do “buraco na camada de ozônio”, causas da destruição desta camada. Finaliza argumentando que apesar de ser benéfico em altitudes elevadas é prejudicial.

O segundo subitem “poluição das águas e do solo” inicia-se com a explicação de eutrofização, segundo os autores, talvez a mais comum e antiga forma de poluir as águas. Explicam o que é, como ocorrem, suas consequências e formas de combate a este tipo de poluição. Os autores citam também algumas substâncias poluentes que jogadas em rios junto com resíduos domésticos e industriais podem matar muitas espécies aquáticas, além dos agrotóxicos que contribuem para a poluição das águas e dos solos.

Na seqüência definem a maré vermelha e a apontam como consequência da eutrofização. Além de indicarem a liberação de substâncias tóxicas como consequência da maré vermelha.

Em “a concentração de poluentes ao longo das cadeias alimentares”, os autores abordam que alguns inseticidas usados em lavouras possuem a capacidade de se concentrar no corpo dos organismos e vão sendo transferidos a outros animais de níveis tróficos superiores ao longo da cadeia alimentar. Os autores indicam soluções a serem tomadas, que incluem ações do governo como controle sobre as indústrias e o uso de biotecnologias como o controle biológico.

Na “poluição por mercúrio” os autores citam que este componente se ingerido por seres humanos pode atacar o sistema nervoso.

Quando abordam “o problema do lixo urbano” começam indicando a quantidade de lixo produzida por uma pessoa durante um dia. Mostram algumas soluções para o destino do lixo, enfatizando a importância da reciclagem. Informam ainda, que o lixo orgânico pode ser transformado em gás natural por meio dos biodigestores e que os resíduos sólidos da biodigestão podem ser utilizados como fertilizantes. Prosseguem dizendo que no futuro o reaproveitamento do lixo será superior a 50%, já que os recursos naturais estão se esgotando. Concluem

ênfatizando que a educaçãõ da populaçãõ quanto ao nãõ desperdício farã com que haja menor quantidade de lixo.

Isto foi uma breve avaliaçãõ dos conteúdos existentes no LD01. Agora a avaliaçãõ ocorrerã de acordo com as categorias prã-estabelecidas.

* **Clareza do texto:** a obra atende satisfatoriamente ao quesito. Conceitos e definições aparecem explícitos, implícitos e ausentes, mas na maioria das vezes os conceitos e definições estãõ explícitos. Vejamos alguns exemplos.

Poluiçãõ (do latim *poluere*, manchar, poluir) é a presençã concentrada de determinadas substãncias ou agentes físicos no ambiente, genericamente denominados **poluentes**, em geral produzidos pelas atividades humanas. Os poluentes afetam a vida de uma ou mais espãcies de organismos de um hábitat (p. 393).

No item “poluiçãõ atmosfãrica” nãõ aparece a definiçãõ.

Quando os autores expõem que o agravamento da poluiçãõ atmosfãrica provoca a “inversãõ térmica”, a definiçãõ ocorre implicitamente, pois o texto fornece elementos porã, nãõ explica este fenãmeno de maneira organizada. Sua definiçãõ estã presente, mas é necessãrio que o professor faça relações com outras informações, para que o aluno construa o conhecimento.

Em “aumento do efeito estufa” aparece explicitamente como é possível constatar em:

Parte da radiaçãõ solar que chega à Terra é refletida pelas nuvens e pela superfície terrestre, enquanto outra parte é absorvida. A energia absorvida pela superfície, principalmente, é reirradiada na forma de calor (radiaçãõ infravermelha) para a atmosfera, mantendo a superfície terrestre aquecida. Esse fenãmeno natural, denominado efeito estufa, tem sido importante [...] (p. 396).

A respeito da camada de ozônio indicam para relembrar no capítulo 14. No quadro 14.1 deste capítulo “A camada de ozônio que protege a Terra” há várias informações, as quais possibilitam a formulaçãõ de sua definiçãõ. Dessa maneira, conceitos e definições aparecem implicitamente.

Ao explicar “Poluiçãõ das águas e do solo”, os autores iniciam com o fenãmeno de eutrofizaçãõ, que aparece explicitamente.

[...]. Por serem constituídos de matéria orgãnica, esses dejetos aumentam a quantidade de nutrientes disponíveis no ambiente aquático, fenãmeno

denominado **eutrofização** (do grego *eu*, bem, bom, e *trofos*, nutrição). [...]” (p. 398).

“Em alguns casos, a eutrofização pode levar à grande proliferação de dinoflagelados (protistas fotossintetizantes), causando o fenômeno conhecido como **maré vermelha**, devido à coloração que os dinoflagelados conferem à água” (p. 399).

Quando o autor aborda “Concentração de poluentes ao longo das cadeias alimentares”, no decorrer do texto há boas informações que possibilitam ao aluno a compreensão de seu conceito e definição.

A “Poluição por mercúrio” vem conceituada ou definida implicitamente, com as informações contidas ali, é possível aos alunos formulá-las.

Em “O problema do lixo urbano” não aparecem conceitos e definições, porém há causas, conseqüências e soluções para demonstrar o problema.

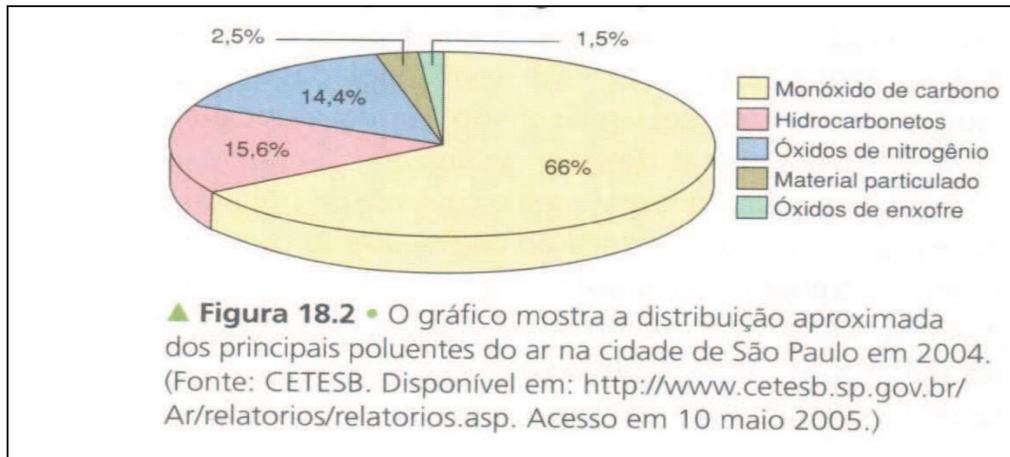
* **Explicação dos termos desconhecidos**: a obra atende parcialmente ao quesito. Foi observado apenas um termo desconhecido, este apareceu bem explicado. Neste ponto, não foi levado em consideração a explicação de palavras que obrigatoriamente deveriam ser, como eutrofização, mesmo por que já apareceu em conceitos e definições anteriores.

“[...] dinoflagelados (protistas fotossintetizantes)” (AMABIS e MARTHO, 2004, p. 399). A explicação de dinoflagelados aparece com a utilização de palavras que já são conhecidas pelos alunos desde o ensino fundamental.

* **Adequação científica**: foi classificada como aceitável, pois contém alguns elementos mais atuais, mesmo que poucos, como biodigestores, gás natural. E não foi encontrado erro conceitual, que é um requisito fundamental.

* **Ilustrações**: a obra atende satisfatoriamente ao quesito, pois as ilustrações como um todo, auxiliam na compreensão do conteúdo, são claras, explicativas e muitas vezes ricas em detalhes, como podemos constatar nas figuras 02, 03 e 04. Porém, algumas figuras não são tão eficientes (figuras 05).

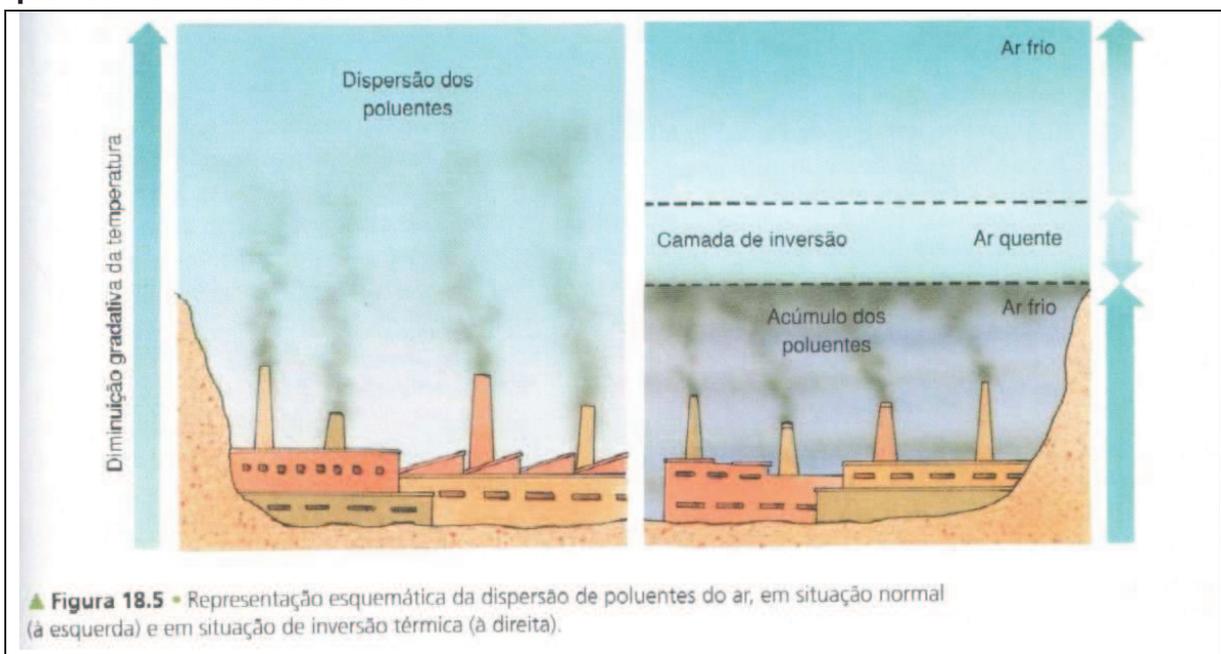
Figura 2: Gráfico representativo dos principais poluentes da cidade de São Paulo em 2004.



Fonte: Amabis e Marto, 2004.

Esta figura indica a quantidade aproximada de poluentes emitidos ao longo de um ano na cidade de São Paulo. Segue as normas usuais para a elaboração de gráfico, indicando cada poluente atmosférico, com uma cor diferente, cada qual com seus respectivos valores, tornando clara a sua interpretação, além de a legenda indicar a que o gráfico refere-se, local, data e fonte.

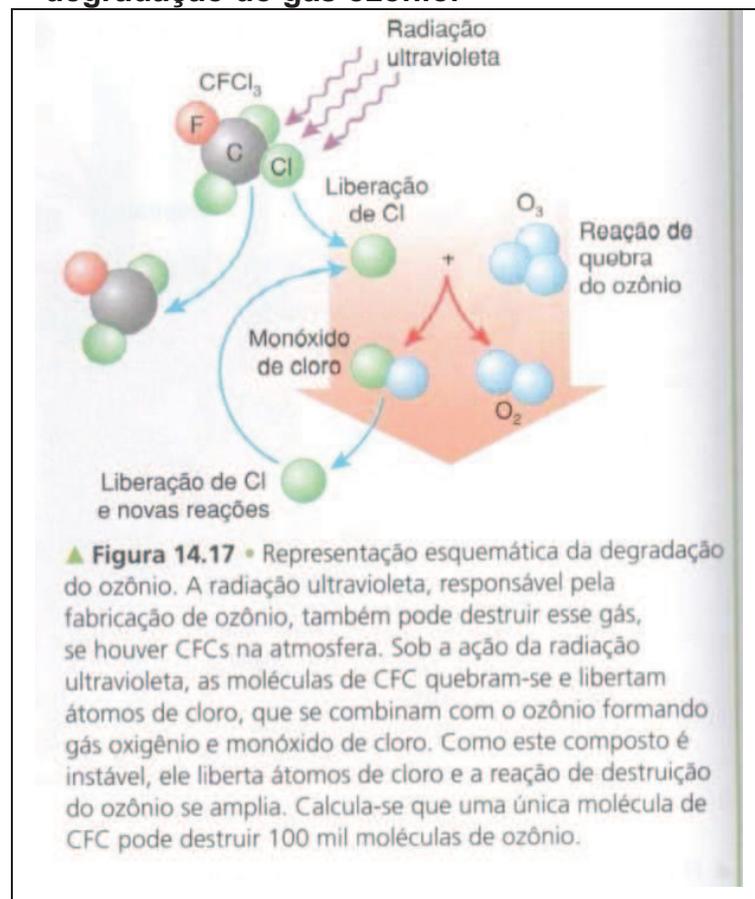
Figura 3: Esquema que representa a mobilidade do ar em condições normais e quando há inversão térmica.



Fonte: Amabis e Marto, 2004.

O esquema apresentado na figura 3 está bem conectado com o texto, pois representa bem o que diz o autor. O uso desta figura logo após o texto é muito interessante, pois reforça o que ele exatamente explica, ou seja, o comportamento dos poluentes em condições normais e com a inversão térmica. A legenda apresenta poucas palavras explica o que a figura representa. Demais informações são dispensáveis, pois o esquema é auto-explicativo.

Figura 4: Representação esquemática da degradação do gás ozônio.



Fonte: Amabis e Marto, 2004.

A ilustração esquematiza moléculas envolvidas na degradação do ozônio, bem como os produtos da reação, demonstrando com detalhes este processo, os compostos envolvidos e a influência dos raios ultravioletas como catalisador. A riqueza de detalhes, sem “poluir a imagem”, e sua inserção assim que indicada no texto auxilia na boa compreensão da figura. A legenda também contribui para isso, pois explica detalhadamente cada etapa do processo.

Figura 5: Fotografia do trânsito na Cidade de São Paulo para ilustrar uma das causas da poluição atmosférica, a liberação de monóxido de carbono.



Fonte: Amabis e Marto, 2004.

O texto do LD01 refere-se também ao monóxido de carbono (CO), inclusive sobre seus emissores. A figura é inserida logo que indicada no texto, apresenta a imagem de carros circulando no trânsito e a legenda indica que os automóveis são os principais emissores de CO, contudo não fica clara a expressão “são os motores a explosão dos automóveis”, além de faltar a indicação do local em que a foto foi tirada.

Agora, os três tipos de poluição serão analisados separadamente, levando em consideração causas, consequências e ilustrações.

Poluição Atmosférica

- **Causas:** são apontados alguns gases como causas da poluição atmosférica, como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de

nitrogênio (NO₂). São citadas as principais fontes emissoras destes gases (motores de veículos, indústrias, incineração de lixo doméstico e as queimadas).

- **Consequências**: os autores apresentam como consequência da poluição atmosférica a presença de chuva ácida, doenças pulmonares e câncer, aumento do efeito estufa e destruição da camada de ozônio.

- **Soluções**: as possíveis soluções do homem para a questão da poluição estão ausentes neste livro, mas cita o Protocolo de Kyoto e explica o que propõe o documento.

Poluição das Águas e do Solo

- **Causas**: • Quando falam da eutrofização, os autores explicam como sendo possíveis causas o lançamento esgotos domésticos e industriais em rios lagos e mares.

• Em concentração de poluentes ao longo das cadeias alimentares, cita como causa a contaminação de lavouras por inseticidas do grupo dos organoclorados.

• A poluição por mercúrio ocorre quando este metal é utilizado para separar o ouro do cascalho e posteriormente é lançado no rio.

• De maneira não muito objetiva, cita que a causa deste problema é devido ao crescimento demográfico e a produção de lixo.

- **Consequências**: • Em eutrofização as consequências citadas são: proliferação de doenças causadas por vermes, bactérias anaeróbicas e vírus; morte de muitas espécies da comunidade aquática; maré vermelha e conseqüentemente morte de peixes;

• a concentração de poluentes ao longo das cadeias alimentares traz como consequência intoxicação que pode levar à morte;

• em poluição por mercúrio as consequências trazidas são: o envenenamento de diversas formas de vida e os sérios danos ao sistema nervoso em seres humanos que comerem peixe contaminado;

• como consequências do problema do lixo urbano, estão a contaminação de lençóis de água subterrânea, desperdício de recursos e agravamento da poluição atmosférica quando o lixo é queimado.

- **Soluções:**
 - para a eutrofização, o texto traz como soluções apenas o tratamento e aproveitamento do esgoto na produção de fertilizantes e gás metano;
 - para a concentração de poluentes ao longo das cadeias alimentares sugere maior controle do governo sobre indústrias produtoras de fertilizantes e agrotóxicos, campanhas educativas e o uso da biotecnologia (plantas resistentes às pragas) e o controle biológico;
 - quanto à poluição por mercúrio, não apresenta solução;
 - para o problema do lixo apresenta a reciclagem e a educação da população quanto a esse problema.

Agora, com auxílio do terceiro grupo de categorias, avalia-se se os livros estão adequados para uma educação contemporânea voltada para o exercício da cidadania, o que defende a abordagem CTS/CSTA.

- **Valorização do conhecimento prévio:** Em três momentos a valorização do conhecimento prévio está explícita, nos quais os autores explicam a inversão térmica “Este movimento ascendente e descendente de ar, denominado corrente de convecção (relembre no capítulo 17), (...)” (p. 395), a destruição da camada de ozônio “O ozônio forma-se a partir do gás oxigênio (O_2) atmosférico, graças à ação da própria radiação ultravioleta solar (relembre no capítulo 14)” (p. 397). As marés vermelhas “As marés vermelhas causam a morte de milhares de peixes, principalmente porque os dinoflagelados competem com eles pelo gás oxigênio, além de liberarem substâncias tóxicas na água (relembre esse assunto no volume 2 desta coleção)” (p.399). E a poluição por mercúrio “Grandes quantidades de mercúrio, lançadas nas águas dos rios nas regiões de garimpo, envenenam e matam diversas formas de vida (relembre no capítulo 17)” (p. 400) indicam a retomada do conteúdo em capítulos anteriores.

O próprio conteúdo possibilita uma retomada do conhecimento já adquirido, pois para a abordagem do tema poluição é necessário que o aluno já tenha um conhecimento de outros temas que estão inseridos em poluição, como: conhecer os compostos e reações químicas e a interação entre os seres vivos. Isto pode ser notado ao longo do texto de forma implícita, diferentemente dos exemplos acima.

- **Relação dos exemplos com a realidade:** No decorrer do conteúdo há a indicação de causas e consequências dos diferentes tipos de poluição, para isto os autores utilizam situações do cotidiano, tais como: a liberação de poluentes

atmosféricos por meio da queima de combustíveis de automóveis; lixo, esgotos, cultivo de arroz e criação de ruminantes como emissores de gases estufa; lançamento de esgotos domésticos e industriais a céu aberto e o uso de fertilizantes e agrotóxicos em lavouras como causadores da eutrofização; defensivos agrícolas concentrando-se ao longo das cadeias alimentares; utilização de mercúrio em garimpos, que acaba contaminando rios e conseqüentemente pessoas.

As atividades humanas estão constantemente presentes no decorrer do conteúdo, porém não há a presença de exemplos propriamente ditos, estão implícitos no texto, desta forma contribui para o estudante relacionar atividades de seu dia-a-dia ao conteúdo estudado.

- **Presença da história da ciência:** Em relação à poluição como um todo, os autores utilizam seu histórico, como a passagem da utilização de cavalos a automóveis, em que ambos causam algum tipo de poluição.

A questão da poluição da poluição ambiental é antiga; no século XIX, por exemplo, muitas cidades norte-americanas eram assoladas pela “poluição dos cavalos”. [...] Quando surgiram os automóveis, pensou-se que seria uma solução limpa para os problemas causados pela poluição dos cavalos, mas hoje sabemos que essa previsão não foi acertada (p. 393).

Na sequência apresenta tragédias ocorridas em todo o mundo causadas pela poluição ambiental, como a catástrofe em Chernobyl e em Goiânia. Eles também indicam desde quando ocorreu o aumento do lançamento de gás carbônico (p. 396) “A quantidade de gás carbônico vem aumentando significativamente na atmosfera desde a Revolução Industrial, (...)”

Na página 397 os autores descrevem brevemente um histórico do aumento do efeito estufa e também previsões de alguns cientistas para os próximos anos.

Contudo, nenhuma referência à história da Ciência é abordada no texto.

- **Relação entre ciência e tecnologia:** Apesar deste tipo de relação ser evidente apenas em um momento, está claro que é a ciência que possibilita o desenvolvimento da tecnologia.

“(...). Tudo isto é decorrência do crescimento da população humana e do desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico.” (p. 392)

- **Relações entre a responsabilidade individual e coletiva:** Os autores iniciam o capítulo enfatizando que o ser humano é o principal responsável pela

poluição. Para tanto apontam as causas e as consequências da poluição causada pelo homem e a importância da educação ambiental como forma de superar esta questão.

É necessário refletir sobre o impacto que cada um de nós causa sobre o ambiente, quanto aos recursos que utilizamos e à destinação do lixo que produzimos. Só assim será possível amenizar o impacto da espécie humana sobre o ambiente terrestre e garantir um local habitável para as gerações futuras (p. 393)

Neste capítulo, apresentamos alguns aspectos problemáticos da relação entre os seres humanos e a natureza. Ao aprender mais sobre esses temas, você estará dando um passo importante não apenas para seu futuro, mas para toda a humanidade. Se além disso, participar das discussões que envolvem temas de proteção e conservação ambientais, de modo a influenciar as discussões assumidas nesse âmbito, estará contribuindo decisivamente para a construção de um mundo mais equilibrado (p. 393)

As atividades humanas, principalmente nas sociedades industrializadas modernas geram diversos tipos de poluente: lixo, fumaça e resíduos industriais, gases do escapamento de veículos motorizados etc., além da maior quantidade de resíduos orgânicos, como excrementos e urina (p. 393).

Um fator fundamental para o controle da poluição é o esclarecimento e a educação da população. Somente uma sociedade civil amplamente organizada e informada será capaz de exercer uma fiscalização ambiental sistemática, exigindo a criação e principalmente o acúmulo e o cumprimento de leis ecológicas eficientes (p. 393).

Muitos cientistas acreditam que está ocorrendo uma intensificação do efeito estufa devido à interferência humana na atmosfera terrestre (396).

É cada vez mais urgente educar a população acerca do problema do lixo. Mais cedo ou mais tarde o poder público e a população terão de conjugar esforços para resolvê-lo (...) (p. 400).

Apesar disto, o autor não indica as responsabilidades no decorrer do texto, relacionando-as aos problemas da poluição.

- Impactos sociais, éticos e ambientais na aplicação da tecnologia: Os autores não exploram muito bem os impactos relacionados à aplicação da tecnologia. Os impactos sociais e éticos não são evidenciados, apenas são abordados os aspectos ambientais como podemos verificar:

O planeta Terra está sob sérias ameaças: poluição, aumento da temperatura global, destruição da camada de ozônio, esgotamento de recursos naturais, extinção de espécies etc. Tudo isso é decorrência do crescimento da população humana e do desenvolvimento industrial e tecnológico, implementados pelo progresso científico. (392)

O aumento da população humana e o progresso tecnológico têm levado a uma exploração cada vez maior dos recursos naturais e estes não são inesgotáveis. (392 – 393)

Na página 397 os autores explicam o protocolo de Kioto, que defende a conscientização da população.

- **A tecnologia na resolução de problemas:** Em alguns casos os autores indicam a tecnologia para resolver algumas questões da poluição, como nos casos a seguir:

“Atualmente já existem tecnologias para aproveitar a água proveniente de esgotos e para utilizar os resíduos semi-sólidos na produção de fertilizantes e gás metano, o qual pode ser empregado como combustível” (p.398).

“A biotecnologia também tem oferecido alternativas ao uso de agrotóxicos, produzindo variedades de plantas resistentes a pragas. Outra solução alternativa aos inseticidas é o controle biológico (...)” (p. 399).

“[...] com o progressivo avanço das tecnologias de reciclagem, no futuro, o reaproveitamento do lixo deverá ser superior a 50%” (p. 400).

- **Tomada de decisões e resolução de problemas:** O conteúdo do texto que apresenta possibilidade de tomada de decisões e resolução de problemas por parte dos alunos está nas atividades, as quais são diversificadas, objetivas ou discursivas. A maioria das sessenta e nove questões tem a finalidade do aluno memorizar o conteúdo, as outras também são importantes para a tomada de decisões e resolução de problemas. As atividades estão nas páginas 407 a 413. Na página 407 há quatro atividades que possibilitam isto, são elas: 02 - “Qual seria a saída para a preservação do ambiente terrestre?”, 05 - “Do que depende o controle da poluição?”, 19 - “Cite algumas soluções que podem diminuir o impacto poluente do lixo.” e 20 - “O que é necessário para que a reciclagem do lixo seja adotada em grande escala no Brasil?”.

Estas questões, por instigarem a indicação de soluções para os problemas gerados pela poluição contribuem significativamente para a tomada de decisões e resolução de problemas.

4.2 Dados referentes ao Livro Didático 2 (LD02)

Neste livro o tema poluição não é abordado em apenas um capítulo. O autor inicia o tema no capítulo 15 “ciclos biogeoquímicos”, no qual explica os ciclos do carbono, nitrogênio, oxigênio e água. Durante a explicação destes, são inseridos alguns problemas causados pela poluição. O tema poluição volta a ser estudado no capítulo 20 “Desequilíbrios ambientais”, que se inicia com as formas de desequilíbrios ambientais e no próximo item começa a abordar os principais tipos de poluição e estende-se até o final do capítulo.

Primeiramente, é necessário salientar que os ciclos do carbono, nitrogênio, oxigênio e água não serão avaliados. Na presente pesquisa, o interesse é avaliar as consequências da poluição, como o aumento do efeito estufa, o buraco na camada de ozônio e o aquecimento global, que serão tratados neste capítulo.

O efeito estufa aparece no ciclo do carbono. O autor inicia explicando que o gás carbônico é um “gás-estufa”, quem criou este termo e quais os motivos que o levaram a isso. Ele cita que o gás carbônico é o gás-estufa liberado em maior quantidade na atmosfera, este efeito é um fenômeno natural que contribui para manter a temperatura média do planeta. Devido às atividades humanas, como: combustão de carvão, petróleo e seus derivados, a emissão do gás carbônico vem aumentando muito, o que causa o aumento da temperatura média da terra.

O autor cita que alguns pesquisadores supõem que isso poderá provocar um degelo parcial das calotas polares, aumentando o nível das marés que invadirão as faixas litorâneas, causando vários desequilíbrios.

A intensificação do efeito estufa poderá ocasionar verões mais secos e prolongados em latitudes média, podendo reduzir a produtividade agrícola.

Quando aborda o protocolo de Kyoto, o autor apresenta a data em que o documento foi firmado, quando entrou em vigor e as metas do mesmo. Destaca, ainda, que há limitações e que a principal delas é a ausência do país líder em emissões de gás carbônico (E.U.A.). É apresentada uma tabela com os volumes de gás carbônico produzidos por alguns países.

Quanto à camada de ozônio, aponta seu significado, sua localização e enfatiza que apesar do Ozônio ser benéfico em altitudes elevadas, em baixas altitudes é tóxico. É exposto que a destruição desta camada se deve à liberação de

poluentes na atmosfera, dentre eles o mais abundante é o CFC (clorofluorcarbono). Ainda são apresentados os problemas causados pelo buraco da camada de ozônio, que são vários. O texto termina com a explicação detalhada da ação destrutiva do CFC sobre a camada de ozônio.

O aquecimento global é iniciado com a informação de que ações humanas vêm aumentando os níveis de gás carbônico na atmosfera e que a temperatura do planeta está aumentando. É exposto que há divergências entre os cientistas quanto ao vínculo da poluição atmosférica com o aquecimento global. Se é possível prever a variação média do planeta ou não, se o protocolo de Kyoto terá efeitos significativos ou se o custo é maior que o benefício.

No capítulo 20 “Desequilíbrios ambientais”, o autor inicia afirmando que há muitos desequilíbrios ambientais na natureza, mas que a interferência humana tem provocado inúmeros casos, que são denominados poluição, em seguida conceitua este termo.

No item “os principais tipos de poluição” é fornecida uma explicação do que é um poluente e citadas as principais fontes de poluição que serão estudadas ao longo do capítulo.

Monóxido de carbono: o autor explica as características, como é produzido, além de citar problemas de saúde causados por este gás.

Dióxido de carbono: o autor cita a proporção do CO₂ na atmosfera, para que é utilizado e que tende a aumentar na atmosfera, causando o aumento do efeito estufa.

Dióxido de enxofre: o autor explica que é um dos poluentes mais comuns, como é formado e os problemas ambientais causados por ele, inclusive problemas de saúde nos seres humanos. O autor conclui apresentando as características e consequências da chuva ácida, que é formada principalmente pelo dióxido de enxofre.

Óxidos de nitrogênio: O autor inicia a explicação acerca deste gás, citando como aparece na atmosfera; diz ainda que, o mesmo contribui para a destruição da camada de ozônio. Explica as características de diferentes óxidos, como o monóxido de nitrogênio, que ao se combinar com gás oxigênio forma dióxido de nitrogênio e ozônio.

Na sequência segue um trecho com a explicação de como ocorre a inversão térmica e que este fenômeno aliado a ausência de ventos agrava a poluição em grandes centros, já que os poluentes ficam em camadas atmosféricas inferiores.

Eutrofização: o autor explica seu significado, suas causas e consequências de forma clara e detalhada.

Agrotóxicos: É explicada a finalidade do uso de agrotóxicos e divide os mesmos em diferentes grupos, conforme a utilização. O texto cita que o seu uso pode ser entendido como um avanço tecnológico, mas que deve ser substituído por outros métodos sempre que possível, pois este gera vários problemas, principalmente se utilizados de maneira incorreta. Os problemas citados são: envenenamento de alimentos, seleção de linhagens geneticamente resistentes, eliminação de espécies indiferentes ou úteis aos nossos interesses, desequilíbrios biológicos em ecossistemas adjacentes.

O texto ainda apresenta que os inseticidas podem ser acumulados ao longo da cadeia alimentar e mostra um caso verídico ilustrado para auxiliar na compreensão. O autor esclarece que o acúmulo de algumas substâncias ocorre pelo fato de não serem biodegradáveis e que o último nível trófico da cadeia alimentar é o mais afetado.

O autor descreve o que é o controle biológico e seus benefícios em relação ao controle químico, mas diz que é necessário um estudo prévio do comportamento biológico das espécies envolvidas para que não haja sérios distúrbios nos ecossistemas e ainda dá exemplo de controles biológicos mal sucedidos. O autor finaliza explicando alguns exemplos de controladores biológicos encontrados no Brasil.

Radioatividade: Afirma que a preocupação com este tipo de poluição começou desde a última guerra mundial. Explica como a radioatividade pode ser lançada no meio ambiente, a meia-vida de alguns elementos radioativos e também o que é meia-vida. Em seguida, define a ação do estrôncio 90 e iodo radioativo no organismo do ser humano. Segue dando um exemplo de problemas com Césio 135, ocorrido no Brasil. O autor finaliza dizendo que quando bem utilizados os elementos radioativos podem ser úteis ao ser humano, citando os benefícios do Césio 137 e do Cobalto 60.

Em um artigo de Alexandre Mansur publicado pela revista Veja em 24 de maio de 2000, o autor explica como foi o vazamento da usina nuclear de Chernobyl, conhecido em todo mundo, e expõe resultados de pesquisas que apontam que até hoje alimentos produzidos na região afetada apresentam alto grau de contaminação.

Metais Pesados: Cita o mercúrio e como o envenenamento por este metal ocorre. Em seguida, apresenta uma das maiores tragédias causadas por este metal e explica os sintomas de seu envenenamento. O autor explica que o mercúrio é muito utilizado em garimpos e como ocorre sua utilização, conclui com as maneiras de como podem ocorrer a contaminação do ser humano.

O texto aborda o chumbo que causa uma doença chamada saturnismo. Segue, citando os sintomas desta doença e conclui falando como é provocada a poluição por chumbo.

Petróleo: o texto informa a quantidade mínima necessária deste poluente para afetar a capacidade fotossintetizante das algas. É explicado como o petróleo afeta diferentes animais marinhos e que pode ser transferido a outros animais por meio da cadeia alimentar. O autor cita ainda um desastre ecológico ocorrido na baía de Guanabara em 18 de janeiro de 2000 e mostra uma foto em que há uma ave encharcada pelo petróleo derramado no acidente.

Poluição térmica: O autor apresenta o termo e explica suas consequências e dá um exemplo para facilitar sua compreensão.

Detergentes: Inicia-se com a definição, segue citando como aparecem nas águas naturais e quais as sequelas para os seres aquáticos. O autor conclui dizendo que até mesmo os detergentes biodegradáveis são prejudiciais ao meio ambiente, pois contribuem para a eutrofização.

Queimadas: O autor não fala apenas de queimadas, mas também, do desmatamento, enfatizando as drásticas sequelas que a queimada deixa no solo e nos lençóis freáticos. Conclui dando uma sugestão de como evitar tal fato.

O problema do lixo aparece à parte em um apêndice ao final do capítulo, com o título “Lixo, um problema que tem solução”. Inicia-se com a informação de que nos últimos 30 anos o volume de lixo cresceu como resultado dos descartáveis e do desperdício. O texto traz algumas informações sobre a quantidade de lixo produzido por cidadãos do Brasil e EUA, apresenta ainda que a maioria do lixo produzido no Brasil não tem destino adequado. Os 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) são

apresentados como saída para solucionar a crescente produção de lixo. O texto apresenta ainda que nem todo lixo deva ir para lixeira, como alguns produtos são tóxicos, devem ser encaminhados a locais específicos para que tenham cuidados especiais. Conclui apontando alguns dos destinos mais comuns do lixo, como: lixão, aterro sanitário, incineração e compostagem, indicando os prós e contras de cada um.

* **Clareza do texto**: a obra atende parcialmente ao quesito. Neste livro, os conceitos e definições aparecem implícita e explicitamente no decorrer do conteúdo.

A explicação de monóxido de carbono é explícita, “Gás inodoro e incolor, o monóxido de carbono geralmente constitui o principal poluente encontrado na atmosfera das zonas urbanas.” (p. 273). No decorrer do texto, informações como sua produção e os males que este gás causa também, estão presentes.

“Encontrado na atmosfera numa proporção de 0,04%, o dióxido de carbono (ou gás carbônico) serve de matéria prima para a atividade fotossintetizante das plantas clorofiladas.” (p. 274).

É desta forma que aparece explicações acerca do gás carbônico, sem muitos detalhes, é apresentada apenas sua proporção na atmosfera e uma de suas utilizações. No mesmo parágrafo o autor indica como o gás é liberado e que pode intensificar o efeito estufa. Apesar de haver informações consideráveis a seu respeito, não há conceitos e definições claramente definidos.

O dióxido de enxofre está melhor definido, de maneira explícita. O autor o define: “O dióxido de enxofre é um dos poluentes mais comuns na atmosfera, onde aparece como resultado da atividade vulcânica, da decomposição natural de matéria orgânica e da combustão de carvão, petróleo e derivados.” (p. 274).

A chuva ácida é bem definida implicitamente, o autor indica em quais condições torna-se possível sua formação, qual composto químico possibilita tal fenômeno e o valor de seu pH.

“Considerado um dos principais responsáveis pelas chamadas chuvas ácidas, o SO_2 , na atmosfera úmida, passa por transformações diversas até originar ácido sulfúrico; óxidos de nitrogênio, por sua vez originam o ácido nítrico”. Esses ácidos conferem a água da chuva uma acidez que pode apresentar um pH em torno de 4 ou até menos. Formam-se assim as chuvas ácidas (p. 274)

O autor não explica o que são óxidos de nitrogênio e se detém apenas a sua liberação e consequências. Sendo assim, conceitos e definições estão ausentes.

Neste livro, a definição de chuva ácida é apresentada implicitamente, pois as informações que o autor apresenta como temperatura e fluxo de ar, possibilitam ao aluno o entendimento da definição de Inversão Térmica.

“Nessas condições, o solo fica frio ou o ar das camadas superiores se aquece, de maneira que o ar inferior, mais frio, não sobe, interrompendo-se o fluxo de ar entre as altas e as baixas camadas da atmosfera [...]” (p. 275).

O fenômeno da eutrofização o autor define de maneira implícita e direta:

“Fenômeno em que a água é enriquecida por nutrientes diversos, principalmente substâncias nitrogenadas e fosforadas, a eutrofização geralmente resulta ou da lixiviação de fertilizantes utilizados na agricultura ou da adição excessiva na água de lixo e de esgotos domésticos ou de resíduos industriais diversos” (p. 275).

Os agrotóxicos são apresentados explicitamente, de forma bastante objetiva: “Agrotóxicos ou defensivos agrícolas são produtos químicos utilizados no combate aos seres que prejudicam as plantas cultivadas e os animais de criação” (p. 276).

O fenômeno da bioacumulação é apresentado implicitamente e sem a utilização deste nome ou magnificação biológica; ao referir-se a este fenômeno o autor utiliza as expressões “acumulação de inseticidas ao longo da cadeia alimentar” e “acúmulo de certas substâncias ao longo da cadeia alimentar”. Apesar de o autor não utilizar o nome do fenômeno, seu entendimento pode ser plenamente compreendido nas páginas 276 e 277.

O controle biológico é explicado explicitamente: “Controle biológico é uma técnica de combate às espécies nocivas aos interesses humanos com o uso de seus inimigos naturais, como predadores ou parasitas” p. 277, seguido de outras informações como sua utilização e alguns exemplos.

A radioatividade, ou poluição radioativa apresentada nas páginas 278 e 279 está isenta de explicações quanto à sua definição, no conteúdo há alguns exemplos de poluentes radioativos, como estes são lançados no ambiente e os problemas que podem causar.

A compreensão sobre os metais pesados pode ser comprometida, pois sua definição está ausente, aparecendo alguns exemplos, sua utilização e consequências.

A poluição por petróleo também deixa a desejar, não aparece explicações sobre o petróleo, ou seja, sua definição está ausente. As informações são relacionadas aos problemas causados pelo petróleo.

A definição de poluição térmica aparece explicitamente na página 282. “Poluição térmica consiste no aquecimento das águas naturais pela introdução de água quente utilizada na refrigeração de centrais elétricas, usinas nucleares, refinarias, siderúrgicas e indústrias diversas”.

O autor segue indicando os problemas causados por este tipo de poluição.

Os detergentes são explicados explicitamente. “Detergentes são produtos químicos capazes de colocar em suspensão ou em solução certas partículas aderidas à determinada superfície” (p. 282).

Na sequência o autor apresenta suas causas e consequências.

Em um texto a parte, nas páginas 291, 292 e 293 o autor aborda o problema do lixo. Nele há causas, consequências e soluções para o problema de uma forma bem abrangente e, ao mesmo tempo, objetiva, porém o autor não define o que é lixo.

- **Explicação dos termos desconhecidos**: a obra atende parcialmente ao quesito. Foi identificado um termo desconhecido:

- Floração das águas (p. 275): proliferação excessiva de certas algas.

- **Adequação científica**: é aceitável, pois apesar não haver um vocabulário científico considerável não apresenta erros em relação ao conteúdo científico.

Ilustrações: A obra atende satisfatoriamente ao quesito. Pois, os autores utilizaram figuras coerentes e com detalhes importantes para sua compreensão, como podemos constatar a seguir com as figuras 06, 07, 08, 09 e 10.

A figura 06 apresenta uma boa coerência com o texto, pois este explica que fenômenos naturais também causam poluição, e está localizada ao lado do texto, facilitando a leitura do aluno. Sua interpretação poderia ser facilitada com a presença de alguns detalhes em relação ao vulcão em erupção que estão ausentes, uma vez que a foto foi feita de uma vista superior. Talvez, tivesse sido mais didático uma imagem da parte lateral do vulcão. Na legenda há informações importantes como o nome do vulcão, sua altura, localização e a data em que a foto foi tirada,

mas faltaram algumas informações relacionadas aos prejuízos que este fenômeno pode causar.

Figura 06: Fotografia de um vulcão em erupção



Fonte: Paulino, 2008.

A figura 07 mostra o trânsito e a principal causa da poluição por monóxido de carbono, os automóveis. Apresenta carros circulando na rodovia, sendo coerente com o texto que explica a poluição por monóxido de carbono, causada principalmente pela queima de combustíveis orgânicos. A foto localiza-se ao lado do texto, possibilitando uma boa leitura da imagem, concomitantemente à leitura do texto. A legenda apresenta-se adequada, pois indica a cidade em que a foto foi tirada, a quantidade de poluentes emitidos durante um dia pelo trânsito da cidade e ainda algumas consequências do monóxido de carbono.

Figura 07: Fotografia que ilustra um dos principais emissores de CO, os automóveis em trânsito nas grandes cidades



Fonte: Paulino, 2008.

A figura 08 que ilustra a eutrofização é muito válida por ser coerente com o texto, que indica a morte de seres aquáticos como consequência deste tipo de poluição. É possível interpretá-la sem problemas com o auxílio da legenda que apresenta o local da foto e o que ela indica. Apesar de não conter maiores informações, a legenda é adequada por apresentar informações suficientes para o pleno entendimento da figura. Sua inserção seria mais eficiente se estivesse logo após o texto no qual é citada.

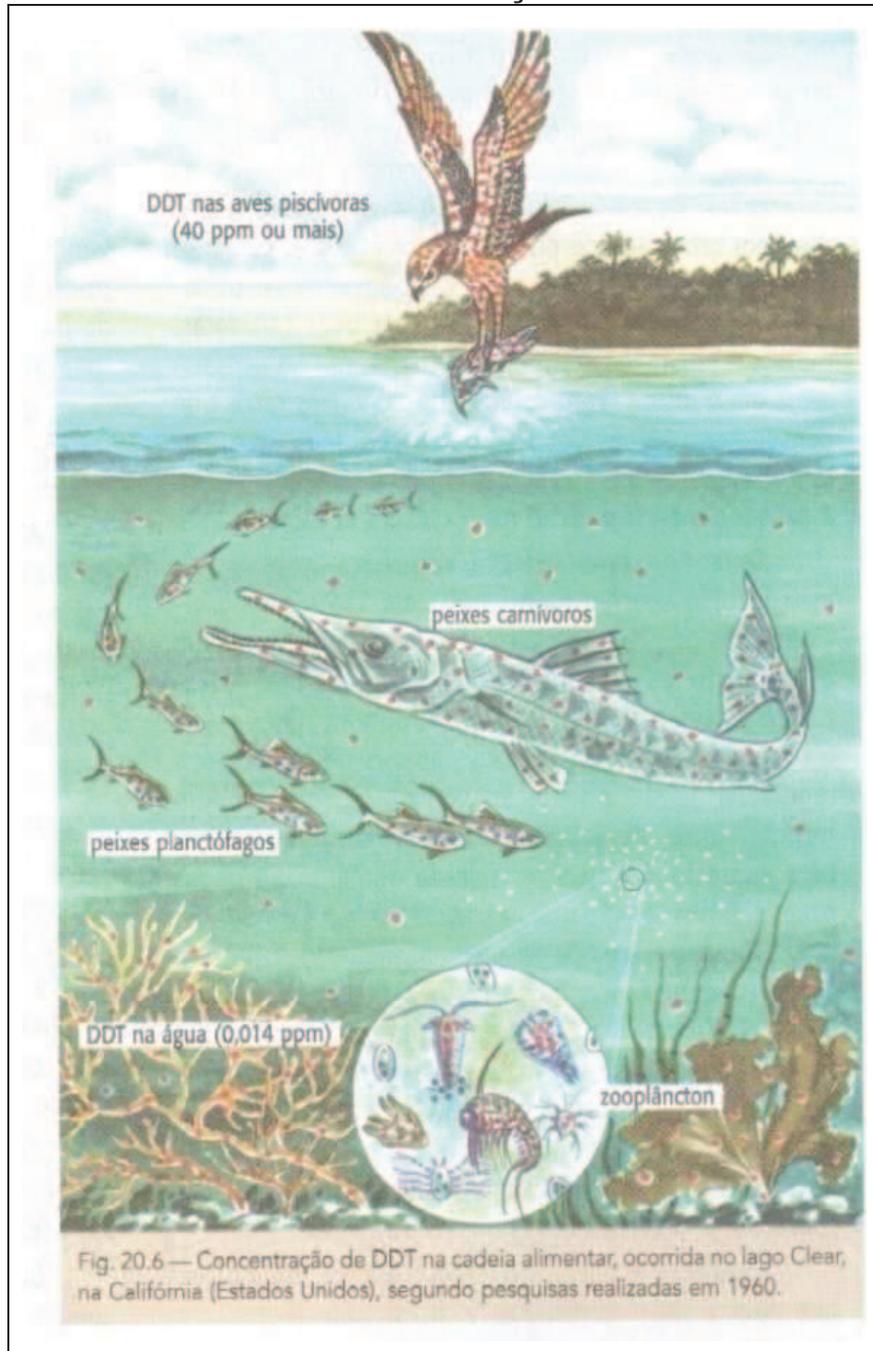
**Figura 08: Fotografia que ilustra o problema da eutrofização:
Morte de peixes**



Fonte: Paulino, 2008

Para apresentar uma das consequências causadas pela poluição por agrotóxicos, a bioacumulação, o autor utiliza uma figura rica em detalhes que possibilitam uma boa interpretação por indicar os elementos presentes. Ela está coerente com o texto sobre concentração de poluentes na cadeia alimentar e apresenta legenda que indica o que o esquema representa e em qual estudo foi baseado, pode faltar alguns detalhes, mas são compensados na própria figura, apenas sua inserção não é totalmente adequada, pois localiza-se ao lado do texto (figura 09).

Figura 09: Representação esquemática da poluição por DDT e suas diferentes concentrações na cadeia alimentar

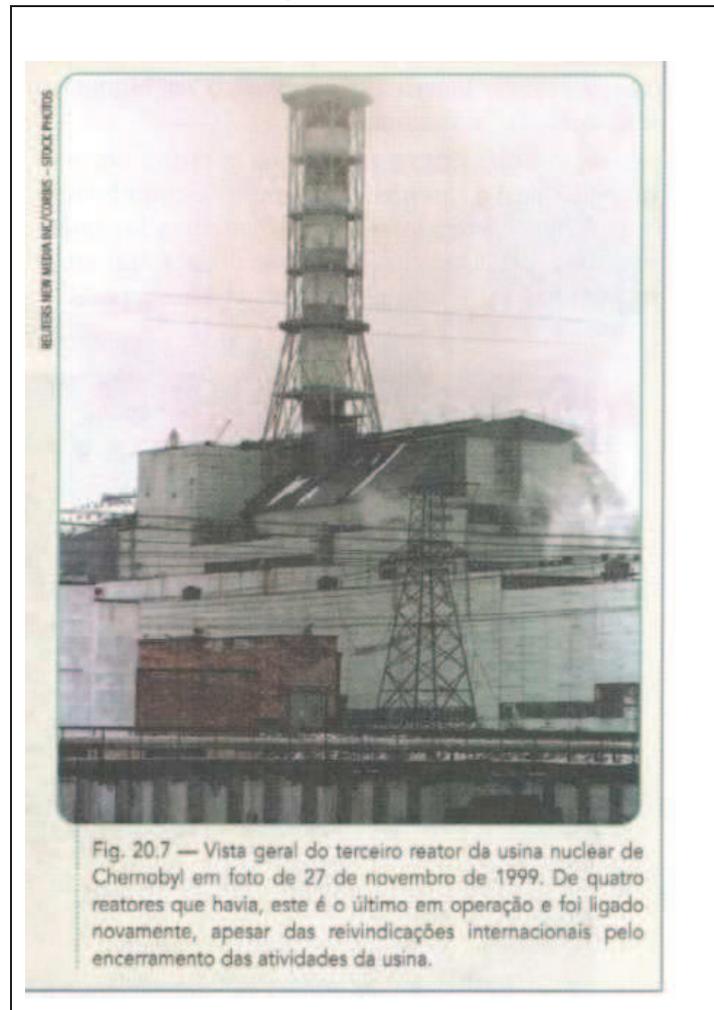


Fonte: Paulino, 2008

Já na poluição radioativa, a figura utilizada para ilustrar o tema é uma foto de um dos reatores da usina nuclear de Chernobyl (figura 10), a qual não cumpre bem o papel de auxiliar na compreensão do conteúdo. Sua qualidade está na legenda, que apresenta local e data da foto e informações a respeito do reator. Apesar de ser

coerente com o texto, ela não está indicada no mesmo. Esta falta é sanada em parte, pois a mesma está inserida ao lado do texto. A interpretação da figura não é eficiente, pois a figura mostra um dos reatores da usina de Chernobyl, não sendo muito característica e nem compreensiva.

Figura 10: Fotografia de um dos reatores da usina de Chernobyl



Fonte: Paulino, 2008

Poluição atmosférica

- **Causas**: o autor apresenta a queima de combustíveis orgânicos como uma das causas da liberação do monóxido de carbono;

- para o dióxido de carbono a causa apresentada e indicada como principal é a combustão do carbono fossilizado;

- a atividade vulcânica, a decomposição natural da matéria orgânica e a combustão de petróleo, carvão e derivados são indicados como causadores da liberação do dióxido de enxofre;

- os causadores da liberação dos óxidos de nitrogênio são as atividades dos motores de automóveis e aviões, incineradores e pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados na agricultura.

- **Consequências:** uma vez inalado, o monóxido de carbono diminui, pode tornar a hemoglobina inutilizada para o transporte de oxigênio por combinar-se com ela, dependendo da concentração pode diminuir a capacidade visual, provocar dores de cabeça, tontura e fraqueza, entre outros sintomas;

- o dióxido de carbono pode intensificar o efeito estufa;

- o dióxido de enxofre na atmosfera pode exterminar muitas espécies vegetais e comprometer a produtividade de outras, diminui a quantidade de líquens e nos seres humanos causar irritação dos olhos, da pele, do nariz e da garganta, além de problemas respiratórios como: a bronquite e causa ainda, as chuvas ácidas;

- os óxidos de nitrogênio contribuem para a destruição da camada de ozônio.

- **Soluções:** As possíveis soluções para os problemas da poluição atmosférica estão ausentes.

Poluição das águas e do solo

- **Causas:** a causa da eutrofização por nutrientes diversos como substâncias nitrogenadas e fosforadas provenientes de lixos diversos e de fertilizantes em excesso na agricultura que por lixiviação chega até lagos, mares e rios;

- a poluição por mercúrio é causada por sua utilização em garimpos;

- o chumbo é lançado no meio ambiente por indústrias diversas, fundição e minas;

- a única causa da poluição por petróleo apresentada é o vazamento de tanques da Petrobrás;

- a poluição térmica é ocasionada pelo lançamento de água quente nas águas;

- a poluição por detergente fica óbvia que é causada pelo lançamento de águas domésticas e industriais que contenham este tipo de produto;
- os agrotóxicos chegam ao solo e posteriormente à água quando utilizados para combater os insetos que prejudicam as plantações e os animais de criação;
- a poluição radioativa é acusada pelo lançamento de produtos radioativos por meio de explosões atômicas, águas utilizadas para o resfriamento dos reatores de usinas nucleares ou por detritos atômicos gerados nessas usinas;
- o problema do lixo é ocasionado por desperdício, consumo exagerado e destino inadequado.

- **Consequências:** a eutrofização favorece o desenvolvimento de organismos decompositores que consomem o oxigênio dissolvido na água, diminuindo a concentração deste e culminando com a morte de espécies aeróbicas. Com a morte dos peixes são produzidas substâncias tóxicas malcheirosas, podendo causar ainda a proliferação de determinados tipos de algas, formando um tapete que impede a passagem de luz, impedindo a fotossíntese dos organismos fotossintetizantes. Além disto, depois de mortos estes organismos provocam maior consumo de oxigênio devido a sua decomposição, provocando a morte de um número maior ainda de seres aeróbicos;

- na água, os agrotóxicos podem acumular-se e concentrar-se ao longo da cadeia alimentar, causando contaminação e morte de espécies de diferentes níveis tróficos. Este poluente também pode causar o envenenamento de alimentos, seleção de linhagens geneticamente resistentes, eliminação de espécies indiferentes ou úteis e desequilíbrios biológicos em ecossistemas adjacentes;

- o mercúrio pode concentrar-se nas cadeias alimentares, contaminando seres aquáticos que podem ser consumidos pelo homem. Em seres humanos, pode deixar mãos e pés retorcidos, o sistema nervoso deteriorado, causar cegueira, gengivas ulceradas, tremores de pálpebras, lábios, línguas, mandíbulas e membros;

- a intoxicação por chumbo pode afetar seriamente o sistema digestório, resultando em cólicas, vômitos, náuseas, espasmos intestinais e perda de peso, o acúmulo desta substância provoca uma doença chamada saturnismo que apresenta alguns desses sintomas (perturbações nervosas, nefrites crônica, paralisia cerebral, confusão mental e anemia);

- o petróleo forma uma camada sobre a água que impede a penetração da luz, culminando com a não realização da fotossíntese dos organismos fotossintetizantes; também se adere às brânquias de animais aquáticos, impedindo que estes respirem. Sua viscosidade dificulta a locomoção de aves aquáticas e faz com que as mesmas percam a proteção contra o frio, por entrar em contato com as penas, além de intoxicá-las. Sem contar que entopem os dispositivos de filtragem dos moluscos e envenenam o fitoplâncton que pode contaminar outros organismos por meio da cadeia alimentar;

- a poluição térmica eleva a temperatura da água, que afeta a solubilidade do oxigênio na água, fazendo com que se difunda mais facilmente na atmosfera, o que diminui sua disponibilidade para os seres aquáticos;

- os detergentes formam espumas que impedem a passagem de luz, comprometendo a realização da fotossíntese, podem remover a secreção presente na pena das aves aquáticas acarretando, possível afogamento e também podem contribuir para o processo de eutrofização;

- as consequências do lixo propriamente dito não são apresentadas, o que aparece são os resultados do destino inadequado do lixo, o autor apresenta a proliferação de animais transmissores de doenças e a poluição da água e do solo pelo chorume como consequência do lixo e a produção de cinzas tóxicas pela incineração.

- **Soluções:** O autor não apresenta possíveis soluções para a poluição das águas e são poucas as apresentadas para a poluição do solo, havendo apenas solução para o problema do lixo, como: reduzir, reutilizar e reciclar.

Os resultados referentes à educação cidadã estão abaixo.

- **Valorização do conhecimento prévio:** Em um momento o autor indica no texto que o aluno retorne aos capítulos anteriores para relembrar um assunto visto anteriormente e que é importante para o assunto estudado do momento “Mas, conforme vimos no capítulo 15 (...)” (p. 274). Porém, não é apenas desta forma que a valorização do conhecimento prévio pode estar em um conteúdo. Quando o assunto abordado é a poluição, o conhecimento prévio acaba sendo incorporado mesmo que involuntariamente, porque os fatos e termos foram construídos ao longo da vida escolar do aluno, e isto pode ser observado durante a leitura do texto.

- **Relação dos exemplos com a realidade:** Pelo fato do tema poluição estar diretamente ligado ao cotidiano da grande maioria das pessoas. Muitas vezes, as causas e consequências relacionadas à poluição fazem parte da sua realidade, como o problema do lixo. Mesmo que muitas pessoas dêem um destino adequado ao lixo que produz, a proporção é ainda insignificante na maioria das cidades brasileiras. Outro exemplo que aparece implícito é a poluição atmosférica por monóxido e dióxido de carbono liberado por automóveis. Mas sempre é bom apresentar exemplos para enfatizar que estes problemas fazem parte da vida dos cidadãos, inclusive destes alunos usuários do livro didático.

- **Presença da história da ciência:** O uso da história da Ciência neste conteúdo é ausente.

- **Influências Mútuas CTS:** O uso tecnologia aparece uma vez ao longo do texto, e não foi detectada outra relação deste tipo.

“Controle biológico é uma técnica de combate e espécies nocivas aos interesses humanos com o uso de seus inimigos naturais, como predadores ou parasitas. (...). O controle biológico aplicado sem um estudo prévio do comportamento biológico das espécies envolvidas pode trazer sérios distúrbios a um ecossistema” (p. 277).

- **Relações entre a responsabilidade individual e coletiva:** “Um dos problemas gerados pelo uso dos agrotóxicos reside nos abusos praticados pelo ser humano.”

A responsabilidade sobre o problema do lixo aparece nas soluções indicadas para este problema, nas páginas 291 e 292, propondo a tríade: reduzir, reutilizar e reciclar.

O tema poluição possibilita abordar várias estratégias de ação para minimizar ou mitigar os danos e consequências da poluição, inclusive das questões educativas e legais relativas à responsabilidade individual e coletiva. Contudo, o livro praticamente não aborda questões desta natureza.

- **Impactos sociais, éticos e ambientais na aplicação da tecnologia:** É evidente que as aplicações da tecnologia como: uso de detergentes, automóveis, indústrias, dentre outros citados no texto, causam algum impacto, nestes casos principalmente ambientais. Porém o autor não traz uma discussão mais criteriosa sobre os impactos sociais, éticos e ambientais do uso da tecnologia.

- **A tecnologia na resolução de problemas:** O uso da tecnologia é pouco empregado neste livro. Um problema resolvido com o uso da biotecnologia é o controle biológico (p. 277 e 278)

- **Tomada de decisões e resolução de problemas:** O livro não apresenta esta característica, o autor expõe causas e consequências dos diferentes tipos de poluição, porém sem as soluções, nem subsídios para impulsionar o aluno na tomada de decisões. Quanto às questões, de um total de vinte e oito em apenas duas há esta característica. Questões número dezoito (p. 289) e quatro (p.294).

4.3 Dados referentes ao Livro Didático 03 (LD03)

Este livro foi escrito por vários autores, ou seja, cada capítulo foi escrito por um autor diferente. O capítulo em que poluição é apresentada intitula-se “Os problemas ambientais são desencadeados pela ação humana na natureza ou é castigo divino?”, de autoria de Joel Weçolovis. Neste capítulo a poluição não é tratada de forma separada, mas é abordada de maneira secundária, sem apresentar muitas formas de poluição e nem detalhes das presentes, é apresentada como uma consequência dos desequilíbrios ambientais.

O capítulo é iniciado com uma introdução acerca do que é equilíbrio, com exemplos do dia-a-dia, até chegar de fato ao equilíbrio ambiental, para então começar falar do desequilíbrio ambiental. Ao longo de todo o texto, o autor deixa claro que o homem é responsável por este desequilíbrio. Ele cita que os desequilíbrios podem gerar adaptações, e que algumas delas podem ser desagradáveis, como o aparecimento de pragas, citando répteis e aracnídeos.

Ele prossegue defendendo que o desenvolvimento humano e o crescimento da população geraram desmatamentos, maior quantidade de esgotos e extinção de algumas espécies. Indica que estas ações trazem consequências, como contaminação e poluição e o comprometimento da qualidade de vida das populações envolvidas no ecossistema, inclusive alterações negativas do solo, uma séria preocupação, mas que já há possíveis soluções para este problema do desequilíbrio do solo.

A partir daí, o autor começa a falar um pouco mais enfaticamente da poluição, começa com a atmosférica, fazendo uma breve descrição e citando alguns poluentes. Aponta os desmatamentos, queimadas, queima de carvão e combustíveis derivados do petróleo como causas dos desequilíbrios ambientais.

O autor segue explicando como ocorre a formação da chuva ácida e algumas de suas implicações. Ele também coloca em questão o álcool combustível, pois para sua fabricação são liberados efluentes que contaminam a água, mas em relação à poluição atmosférica é mais compensador por liberar menos dióxido de carbono que a gasolina e ser renovável. Conclui dizendo que para a tomada de decisão é preciso verificar qual combustível polui menos.

Em seguida o autor defende que, por movimentar parte de sua frota com álcool e também misturá-lo à gasolina, o Brasil tem maiores chances de obedecer ao Protocolo de Kyoto, mas não explica o que é este protocolo. Aliás, em outro capítulo é explicado o Protocolo de Kyoto, então o autor poderia contextualizar no texto ou então sugerir que o aluno retornasse ao capítulo 12, para relembrar o que o protocolo defende, uma vez que este capítulo é de autoria do mesmo autor.

Diz ainda que devido a esta utilização do álcool pelo Brasil, diminui a emissão de dióxido de carbono, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, e segue explicando a sua diferença entre o aquecimento global. Finaliza, mais uma vez, defendendo a responsabilidade do homem nestas questões e que ele tem sua responsabilidade como parte integrante da natureza.

* **Clareza do texto:** a obra atende de modo insuficiente ao quesito, pois o texto não apresenta muita clareza, a maioria das definições está ausente, ou então o autor apresenta o problema sem defini-lo. Poucas são as definições que são trazidas explicitamente.

O equilíbrio ambiental é explicado implicitamente, ao longo do texto o autor fala muito sobre isto, sendo possível à plena compreensão de seu significado pelos alunos.

Efluentes líquidos são explicados explicitamente, tanto que apresenta outro termo mais conhecido, o esgoto.

Os efluentes líquidos produzidos nas residências, também conhecidos por esgoto, e que normalmente são lançados nas águas dos rios que cortam ou margeiam a maioria dos municípios brasileiros, sem qualquer tratamento. Estes efluentes são considerados substâncias altamente poluentes (...) (WEÇOLOVIS, p. 213, 2006).

O autor explica a DBO com a sigla (Demanda Biológica de Oxigênio) e seu significado.

Segundo a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo – CETESB, DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica (WEÇOLOVIS, p. 213, 2006).

Paralelamente à DBO o autor fala sobre a eutrofização, porém, sem usar este nome. Algo oposto, porque até este ponto da análise, os autores algumas vezes usam algum termo sem explicá-lo.

As águas com teores elevados de poluentes apresentam aumento da atividade microbiana pela abundância de matéria orgânica e, como consequência, reduz o oxigênio dissolvido. Assim, durante a atividade microbiana em esgoto são eliminadas grandes quantidades de toxinas que são misturadas ao ar atmosférico produzindo os odores desagradáveis que percebemos (WEÇOLOVIS, p. 213, 2006).

A poluição atmosférica é explicada explicitamente na página 216 “a poluição atmosférica pode ser entendida como a presença de qualquer elemento estranho à composição do ar”. No entanto o autor não define a poluição como um todo nem poluição das águas e do solo, fala apenas de desequilíbrios influenciando negativamente estes ambientes.

A chuva ácida é explicada explicitamente, porém de maneira bem sucinta. “Vários poluentes gasosos acumulados na atmosfera são os responsáveis pela formação do fenômeno químico conhecido por chuva ácida” (WEÇOLOVIS, 2006). Contudo o entendimento do fenômeno não foi prejudicado, pois a temática foi abordada novamente mais adiante de maneira satisfatória.

O fenômeno do efeito estufa aparece explicado explicitamente em dois momentos.

“O efeito estufa é um fenômeno físico que ocorre porque a energia solar chega até a Terra pelos raios incidentes, onde parte deles é absorvida sob a forma de calor e outra parte é refletida promovendo o aquecimento da atmosfera” (WEÇOLOVIS, p. 220, 2006).

“O efeito estufa é um processo físico pelo qual os gases atmosféricos mantêm a temperatura da terra em maior equilíbrio do que teria, caso estivessem ausentes” (WEÇOLOVIS, p. 221, 2006).

Na linha acima a palavra **terra**, que o autor utiliza para falar do planeta em que habitamos está escrita desta mesma maneira, com letra minúscula.

De forma bem direta o autor refere-se ao aquecimento global, porém sem muitos elementos que facilitem sua plena compreensão: “(...) o fenômeno do aquecimento global que é considerado como responsável pelas alterações climáticas observadas atualmente em todo mundo” (WEÇOLOVIS, p. 221, 2006).

- **Explicação dos termos desconhecidos**: a obra atende de modo insuficiente ao quesito, pois o autor omite alguns termos já conhecidos pelos alunos, como eutrofização, e também não traz termos novos. Podemos inserir aqui como um termo desconhecido que foi explicado, a DBO, pois nos outros livros analisados esta palavra não foi encontrada, porém, alguns ou muitos destes alunos podem já ter

visto DBO em séries anteriores, uma vez que a poluição é discutida desde o ensino fundamental.

- **Adequação científica**: é aceitável apesar de não haver um vocabulário científico considerável e omitir parte do conteúdo, não apresenta erros em relação ao conteúdo científico.

- **Figuras**: As figuras apresentadas pelo autor atendem parcialmente ao quesito, pois algumas delas são confusas e outras omitem algumas informações importantes para auxiliar sua compreensão.

A primeira figura relacionada à poluição é uma foto de um rio com esgoto e animal morto (figura 11), e está coerente com o texto e bem inserida. A legenda é excelente, pois apresenta dados sobre a foto, local, ano e fonte, porém sua interpretação deixou a desejar por se pequena e não ser possível identificar o animal morto na imagem.

Figura 11: Fotografia de um rio contaminado por esgoto



■ Esgotos domésticos, lixo e animal morto jogado nas águas do rio Ponta Grossa na região do Futurama, na Cidade de Curitiba/ Paraná.

Fonte: SILVANA PEREIRA GÓES, 2004. www.diaadiaeducacao.pr.gov.br

Fonte: Weçolovis, 2006.

A próxima imagem (figura 12) também é uma foto, ou seja, a primeira foto a indicar a poluição do ar. Ela mostra uma queimada na Amazônia, vista de dois ângulos, do solo e aérea, possibilitando a visibilidade de muita fumaça, que transporta alguns poluentes atmosféricos. Isto facilita a interpretação da imagem, que está coerente com o texto que indica as queimadas como um dos causadores da poluição atmosférica. Está bem inserida e possui uma legenda bem detalhada, com fonte, local e uma breve explicação, faltando data e alguns detalhes referentes à imagem.

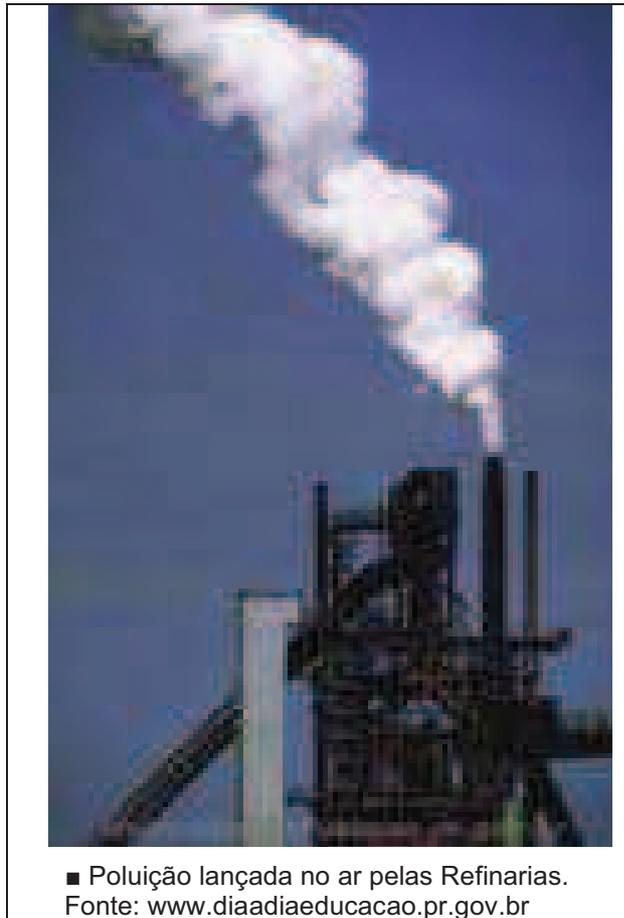
Figura 12: Fotografias de queimada na Amazônia e da fumaça que produz.



Fonte: Weçolovis, 2006.

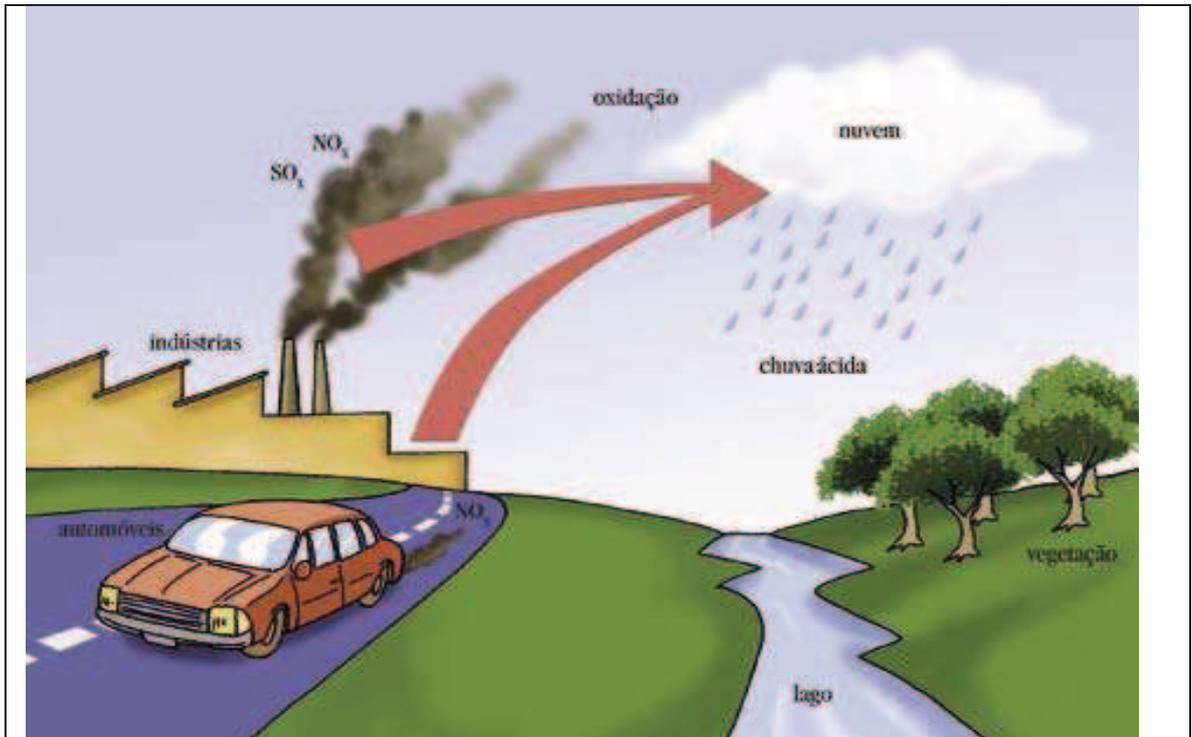
A segunda foto referente à poluição existente no livro, diz respeito à poluição do ar (figura 13). A foto em questão é de uma refinaria lançando fumaça. A coerência, interpretação, legenda e inserção no texto são boas; faltando na legenda local e data e ainda informações sobre o local, indicam que é uma refinaria. Seria de petróleo?

Figura 13: Fotografia de poluição atmosférica causada por refinaria.



A chuva ácida é ilustrada com um esquema (figura 14) que indica óxido nítrico e enxofre sendo liberados por automóveis e indústrias, combinando-se com a água da chuva e então formando a chuva ácida. Indica também um lago e vegetação (afetados pela chuva ácida). Suas características como inserção, coerência, interpretação e legenda são excelentes.

Figura 14: Representação esquemática da formação da chuva ácida

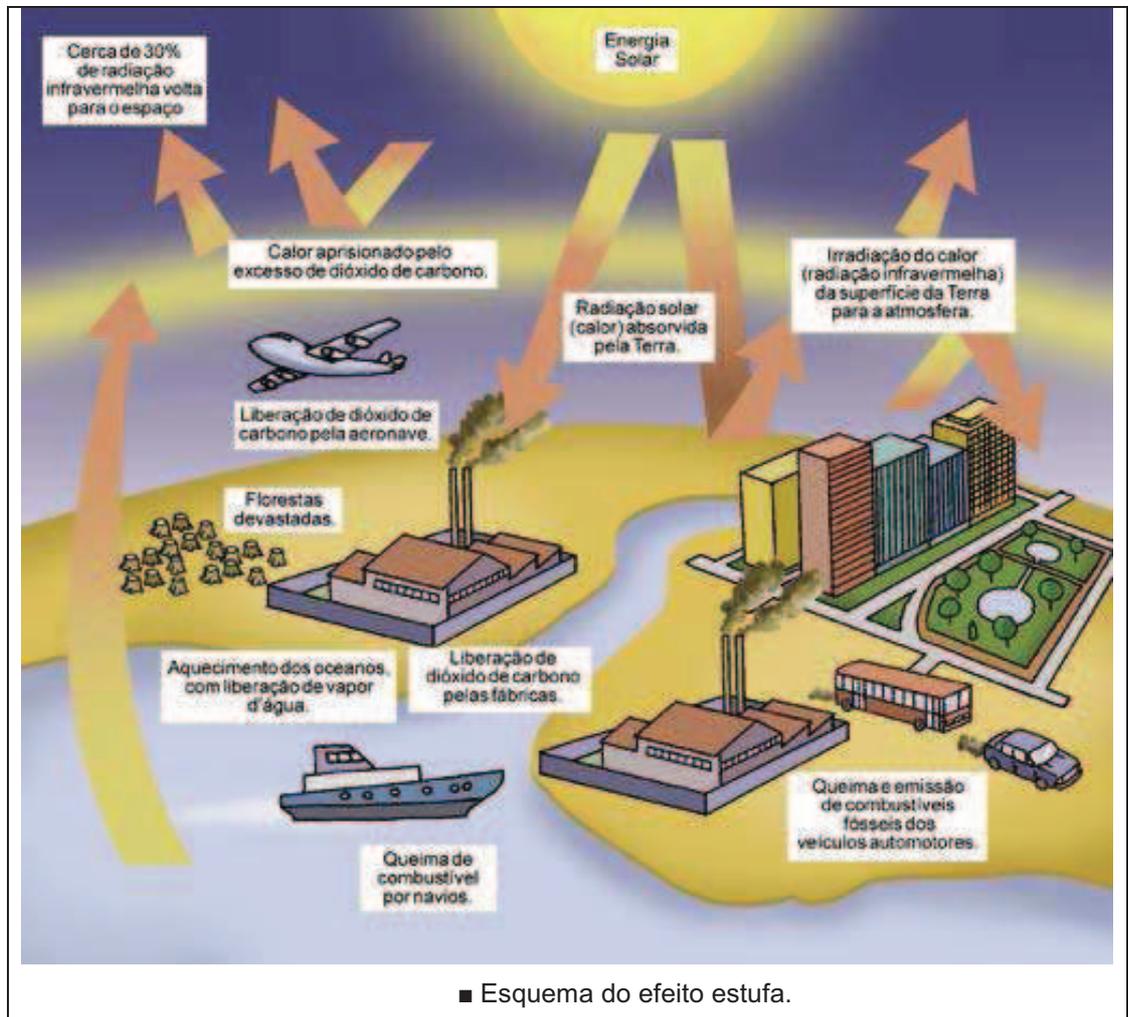


■ Esquema de formação da chuva ácida. O dióxido de enxofre e os óxidos nítricos são poluentes do ar. Quando, eles se misturam com a umidade na atmosfera para formar os ácidos, a chuva ácida acontece.

Fonte: Weçolovis, 2006.

A última figura (figura 15), o autor “diz” ser um esquema do efeito estufa, mas os elementos presentes neste esquema não possibilitam uma boa interpretação desta imagem, já que a imagem apresenta muitos detalhes apresentados de forma confusa. A legenda também não ajuda neste sentido, pois não tem informações explicativas, já inserção e coerência são excelentes.

Figura 15: Representação esquemática da formação da chuva ácida



Fonte: Weçolovis, 2006.

Poluição atmosférica

- **Causas:** gases poluentes lançados na atmosfera por indústrias, residências, veículos automotores, queima das matas, resíduos agrícolas e queima de combustíveis fósseis e derivados do petróleo, como dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre; dióxido de carbono.

- **Consequências:** Chuva ácida, que causa vários prejuízos ambientais, como a liberação de metais pesados no solo que podem atingir os rios e causar contaminação da cadeia alimentar, destruir florestas, corroer prédios, monumentos históricos, pontes, represas, turbinas, acidificação de pequenos lagos impedindo o

desenvolvimento da vida aquática e no solo agrícola dificultam o crescimento de plantas. Como consequência do dióxido de carbono cita o efeito estufa, que quando acentuado causa o aquecimento global.

- **Soluções**: o autor não deixa claro, as possíveis soluções para a maioria dos problemas por ele apresentados, contudo, “nas entrelinhas”, durante todo o texto ela fala muito da responsabilidade do ser humano nos desequilíbrios que estão ocorrendo, mas não se posiciona objetivamente para propor soluções. Apenas para o problema do dióxido de carbono, defende a utilização do álcool em substituição à gasolina, e também cita os pontos negativos deste combustível, que veremos em poluição da água.

Poluição da água e do solo

- **Causas**: • lançamento de esgotos nas águas dos rios;

• chuvas ácidas, por liberar metais pesados;

• vinhotos, resíduo orgânico proveniente da produção de álcool.

- **Consequências**: • para lançamento de esgotos e vinhotos, o texto apresenta como consequência a eutrofização, porém, sem usar este nome, para o lançamento de esgotos explica que água com teores elevados de poluentes por serem rica em matéria orgânica, aumenta a atividade microbiana que reduz o oxigênio dissolvido e elimina toxinas com odores desagradáveis. Já para o vinhoto explica que o aumento da matéria orgânica na água, eleva a população de bactérias que consomem o oxigênio dissolvido na água que fica indisponível pra os peixes que acabam morrendo.

Os metais pesados liberados pela chuva ácida são responsáveis por acidificar pequenos lagos, fato que acaba impedindo o desenvolvimento da vida aquática; no solo agrícola dificultam o crescimento de plantas.

- **Soluções**: a única solução apontada para as causas da poluição das águas e do solo é a diminuição do lançamento de vinhotos nos rios. Outras soluções possíveis estão ausentes.

Os resultados referentes à avaliação da presença de elementos que favoreçam uma educação cidadã, as categorias de análise de aspectos cognitivos, sociais e educacionais estão abaixo:

- **Valorização do conhecimento prévio:** Implicitamente, no decorrer do texto o autor vai ampliando (com poucos termos novos) assuntos que já foram vistos em séries anteriores, mas em nenhum momento chama a atenção para um assunto referindo-se a ele como uma causa, consequência ou faz qualquer relação com temas aprendidos anteriormente que sejam importantes e relacionados a estes.

- **Relação dos exemplos com a realidade:** O autor não apresenta exemplos, mas ao mesmo tempo deixa clara a influência humana.

- **Presença da história da ciência:** Não foi encontrada a presença da história da ciência.

- **Influências Mútuas CTS:**

Não foram observadas influências e relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

- **Relações entre a responsabilidade individual e coletiva:** Em vários momentos o autor responsabiliza atitudes erradas, tomadas pelo ser humano por vários desequilíbrios ambientais, dentre eles a poluição. São eles:

“as aglomerações humanas em centros urbanos produzem outro componente poluidor. (...)” (p. 213).

“estes recursos naturais podem ser explorados buscando-se um equilíbrio sustentável, ou seja, utilizá-los de forma compatível com a capacidade de renovação procurando atender a presente e também as futuras gerações.” (p. 214)

Referindo-se ao aquecimento global:

“E para este fenômeno não há refúgio seguro, não há escolha de classe social ou situação econômica, pois é um problema de todos e cada habitante deste planeta deve ter consciência disto.” (WEÇOLOVIS, 2006, p. 221).

Os problemas ambientais, como os consequentes desequilíbrios, são frutos da ação humana (...). Tudo isto nos remete a pensar cada vez mais no nosso papel como parte integrante da natureza e que toda e qualquer ação por nós desencadeada no meio ambiente tem uma resposta que, na maioria das vezes, não é aquela que desejávamos (WEÇOLOVIS, 2006, p. 221,)

- **Impactos sociais e éticos na aplicação da tecnologia:** Não há relação entre a tecnologia e suas consequências neste capítulo do livro.

- **A tecnologia na resolução de problemas:** Não há relação entre a tecnologia neste capítulo do livro.

- **Tomada de decisões e resolução de problemas:** Apesar de a responsabilidade individual e coletiva estar muito presente no decorrer do texto, não fica evidente proposta que possibilitem a tomada de decisões e resolução de problemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a sociedade está em crescente avanço, tanto em questões científicas e tecnológicas quanto nas relações sociais. Para acompanhar este progresso, o cidadão deve contar com um direito básico, a educação. Contudo, não é qualquer tipo de educação que pode auxiliá-lo, um cidadão consciente e participativo, numa sociedade com inúmeros problemas e perspectivas.

Para formar um cidadão conscientemente ativo na sociedade, a educação brasileira conta com a Constituição Federal, com a LDB e as propostas curriculares, que buscam assegurar ao estudante o direito à educação para a cidadania e os subsídios necessários para formação de indivíduos críticos e ativos.

Para que de fato a educação brasileira consiga formar cidadãos responsáveis e conscientes de seus atos, frente aos inúmeros dilemas ambientais, tecnológicos e sociais, além da educação cidadã, é fundamental que as práticas pedagógicas e os conteúdos escolares contribuam de maneira significativa para sua formação, num processo de superação de uma prática tecnicista e tradicional.

No caso da educação científica, como já discutida nos capítulos precedentes, os conteúdos trabalhados no ensino de Ciências, devem ser adequados e atuais, considerando as complexas interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (CTSA). É importante que os avanços e dilemas que a ciência e a tecnologia trouxeram à sociedade, ao longo de sua história, também sejam trabalhados para que os alunos percebam a ciência como um processo em construção, com inúmeros reflexos e contradições.

Na perspectiva de uma formação crítica e reflexiva, é fundamental que o ensino das ciências seja pautado em uma proposta didática atual e renovada, como defendida por vários autores (CACHAPUZ et al, 2005), cujas práticas e metodologias inovadoras valorizam a formação de conceitos, valores e competências. Estas devem garantir o desenvolvimento das múltiplas capacidades dos alunos, de criar, analisar, pesquisar, entre outras, fundamentais ao exercício da cidadania.

No presente estudo, foram avaliados três livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, que são a principal ferramenta de ensino/aprendizagem disponível para alunos de diferentes faixas etárias. Após a análise destes, evidenciou-se que a

abordagem que fazem do tema Poluição é distinta, tanto no aspecto científico, quanto no aspecto da educação cidadã.

Em uma análise geral dos três livros é possível observar que não são plenamente aptos para serem norteadores de uma educação voltada para o exercício da cidadania. Porém, pode-se dizer que caminham timidamente em direção a esta proposta; um deles, o LD01, com mais vigor, e os outros dois com um déficit maior nas duas abordagens, sendo que um destes dois, o LDO3, apresenta o conteúdo bem inferior em relação à parte científica e em relação a parte da educação cidadã.

O LD01 apresenta características que indicam uma maior abertura para a abordagem CTSA, sendo que o conteúdo científico apresenta-se mais rico e detalhado. Sendo assim, dos três livros analisados este é o mais apropriado para a educação científica e cidadã. Porém, apresenta deficiências que podem ser superadas, como já apresentadas no capítulo anterior.

O LD02 possui um conteúdo científico limitado, sendo que as principais características negativas são as deficitárias soluções apontadas para os diferentes problemas causados pela poluição e também as características que indicam sua relação com a educação cidadã.

O LD03 apresenta informações ainda mais limitadas, em relação às duas análises em questão. Em relação ao conteúdo científico, está exageradamente incompleto e, em relação à educação cidadã é fraco, pois é visível apenas uma abordagem da conscientização quanto à responsabilidade individual e coletiva, não sendo identificadas as demais características. Observa-se uma perda ainda maior de conteúdo por se tratar de um livro regional, ou seja, um Livro Didático produzido pela Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná e destinado aos alunos de Colégios Estaduais deste mesmo Estado. Esta perda caracteriza-se pela não utilização de fatos locais, desta maneira, deixou de utilizar algo que poderia enriquecer a publicação, a valorização do cotidiano dos alunos. Seria válido se o autor utilizasse figuras e se referisse a problemas regionais para se reportar à poluição, como por exemplo, fábricas locais que lançam seus rejeitos em rios.

Nos três livros analisados é ausente a presença da História da Ciência, de uma discussão mais aprofundada sobre as complexas relações entre a ciência e a tecnologia, seus dilemas e impactos éticos e sociais. Carecem, ainda, de atividades

e discussões que favoreçam o desenvolvimento de atitudes e habilidades voltadas à participação, investigação e tomada de decisão, na resolução de problemas ligados à poluição. A construção do espírito de responsabilidade individual e coletivo fica totalmente comprometida, caso o livro didático seja o principal norteador das atividades em sala de aula.

Sendo assim, os livros analisados não estão adequados para auxiliar na educação voltada para a cidadania, não apenas por não apresentarem, ou apresentarem de maneira inconsistente as categorias relacionadas à abordagem CTS/CTSA, mas também por não serem total ou parcialmente eficientes na questão do conhecimento científico.

O cidadão do futuro, além de receber uma educação voltada para a cidadania deve ser alfabetizado cientificamente. Para Santos (2001) o conhecimento científico é muito importante no processo de tomada de decisão, apesar de não ser decisivo, pois este processo conta ainda com conhecimentos práticos, sociais, econômicos e políticos, ou seja, a tomada de decisão depende do conhecimento científico e de conhecimentos que o indivíduo adquire ao longo de sua vida. Temas, como problemas ambientais, podem servir para organizar alguns conhecimentos científicos, contribuindo para o sucesso de aprender ciência numa perspectiva CTS.

Nesta perspectiva, o livro didático é apenas um suporte pedagógico, compete ao sistema educacional oferecer condições formativas e estruturais, para que o professor de Biologia possa superar todas as limitações atuais no ensino de ciências. Conforme Carletto, Linsingen e Delizoicov enfatizam na mesa redonda do I Encontro Ibero Americano de Ciencia, Tecnologia, Sociedad e Inovación (2006).

Desse modo, importa oferecer aos docentes, oportunidade de renovar-se, rever seus conceitos, reavaliar seus métodos, refletir sobre suas concepções, em busca de uma prática docente crítica-reflexiva, de forma a tornar os alunos, não um depósito de conhecimentos estanques, mas sujeitos da própria aprendizagem, capazes de intervir no mundo.

REFERÊNCIAS

- AULER, D. Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. **Contexto & Educação**, ano 22, nº 77, p. 167-188, jan-jun 2007.
- BIAVA, G.R.; GOMES-DA-COSTA, S.M.; INADA, P. Reino Fungi: análise conceitual da sistemática nos livros do Ensino Médio. **Arq Mudi**. 2007; 11(Supl 3): 212-213.
- BIZZO, N. **Ciências: Fácil ou difícil?** 2ª ed. São Paulo: Ática, 2000.
- BIZZO, N. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciências. **Ciência Hoje**, v. 21, n.121, p. 26-35, 1996.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**, 1994.
- BRASIL. **Biologia: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2009** / Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2008: apresentação** / Ministério da Educação. — Brasília: MEC, 2007. 44 p. — (Anos Finais do Ensino Fundamental). (a)
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2008: Ciências** / Ministério da Educação. — Brasília: MEC, 2007. (b)
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Perspectivas de ensino das ciências: texto de apoio para formação de professores**. Porto: Centro de Estudos de Educação em ciências, 2000.
- CAFFER, M. A. M. Legislação de ensino e cidadania. IN: MARTINS, J. D.; CASYELLANO, E. G. (orgs). **Educação para cidadania**: Edufscar, 2003, p. 85-98.
- CASTRO, E. A.; RAMOS-DE-OLIVEIRA, P. Educando para o pensar. São Paulo: Thonson, 2002
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. Ma. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, N. C. **O professor de Ciências naturais e o livro didático**. 1995. 159f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Florianópolis, 1995.
- FARIAS, C.R.O.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, v.1, NUMERO ESPECIAL, novembro, 2007.

FIGUEIREDO, L.; BETTENCOURT, T. O ensino da biologia numa perspectiva por pesquisa: contributos de uma investigação preliminar no ensino secundário. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2009. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-508-511.pdf>>. Acesso em 03 de janeiro de 2010.

FREITAS, D.; SOUZA, M. L. CTS no Ensino de Biologia: uma aplicação por meio da abordagem do cotidiano. IN: **Perspectiva Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da educação em Ciência**. Avieiro, Universidade de Avieiro, Departamento de Didáctica e tecnologia Educativa, 2004. Disponível em: <http://www.ufscar.br/~ciecultura/denise/evento_2.pdf>. Acesso em 10 de julho de 2009.

FREITAS, D. A perspectiva curricular Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS – no ensino de ciência. IN: PAVÃO, A. C. e FREITAS, D. (orgs.). **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: Edufscar, 2008, p. 229-237.

GALVÃO, V. S.; ABDALLA, M. DE F. B. O fórum paulista de formação de professores das séries iniciais: cidadania em ação. In: **Congresso da LASA - Associação de Estudos Latino Americanos**, Rio de Janeiro, 11 a 14 de Junho de 2009. Disponível em: < <http://lasa.international.pitt.edu/members/congress-papers/lasa2009/files/SouzaGalvaoViviane.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2010.

GALVÃO, V. S.; PRAIA, J. F. Construir com os professores do 2º ciclo práticas letivas inovadoras: um projeto de pesquisa sobre o ensino do tema curricular “alimentação humana”. **Educação e Ciência**, v.15, n. 3, p.631-645, 2009,

LUCAS, S.; VASCONCELOS, C. Perspectivas de ensino no âmbito das práticas lectivas: Um estudo com professores do 7º ano de escolaridade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 3, 2005. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N3.pdf>. Acesso em 03 de janeiro de 2010.

MARIA, C. J. **O livro didático na educação científica C/T/S/A voltada para o exercício da cidadania**, 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Bauru, 2008.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MOHR, A. Análise do conteúdo de ‘saúde’ em livros didáticos. **Ciência & Educação**, v.6, n.2, 2000. p.89-106.

OLIVEIRA, A. L. de. **O livro didático**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1986.

PFROMM NETO, S.; ROSAMILHA, N.; DIB, C. Z. **O livro na educação**. Rio de Janeiro: Primor, 1974.

PRETTO, Nelson de Luca. **A Ciência nos Livros Didáticos**. Campinas: Unicamp; Bahia: Universidade Federal da Bahia, 1995.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, 133-162, dez 2003.

SANTOS, W.L.P;. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 1, n. especial, 2008.

SANTOS, M. E. V. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares**. Lisboa. Livros Horizonte, 2001.

SEED – Secretaria de Estado de Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Biologia**, Paraná. 2008.

SENAPESCHI, A. N. Ciência, tecnologia e cidadania. IN: MARTINS, J. D.; CASYELLANO, E. G. (orgs). **Educação para cidadania**: Edufscar, 2003, p. 17 – 40.

SOARES, W. O livro didático e a educação. **Associação brasileira de editores de livros**, 10 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.abrelivros.org.br/abrelivros/texto.asp?id=154>>. Acesso em: 16 set. 2007.

SOLBES,J.; VILCHES, A. Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. In: **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología - Sociedad em los inicios del siglo XXI**. Eds. Membiella, P. e Padilla, Y., Educación editora, p.15-22, 2005.

SOUTO, E; VASCONCELOS, S. D. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93 – 104, 2003.

VASCONCELLOS, E. S; SANTOS, W. L. P. Educação Ambiental por meio de Tema CTSA: Relato e Análise de Experiência em Sala de Aula. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ), 21 a 24, jul. 2008, Curitiba – PR. **Atas...** Curitiba, 1 CD-ROM, 10p., 2008.

ZENAIDE, M. N. T.; TOSI, G. **O que é educação para a cidadania?** (2004). Disponível em: <http://guiuseppetosi.kataweb.it/guiuseppetosi/2005/09o_que_e_educa.html> Acesso em março de 2010.