



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E  
DA MATEMÁTICA

FRANCÊSCO DE ARAÚJO LOPES

TRABALHOS PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA BIOLOGIA: Uma  
análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD/2012

NATAL/RN  
2012

FRANCÊSCO DE ARAÚJO LOPES

TRABALHOS PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA BIOLOGIA: Uma  
análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD/2012

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Ensino de  
Ciências Naturais e da Matemática da  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Norte, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre.

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup> Isauro Beltrán Núñez

NATAL/RN  
2012

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / SISBI / Biblioteca Setorial  
Especializada do Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET.

Lopes, Francêsko de Araújo.

Trabalhos prático-experimentais no ensino da Biologia: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD/2012 / Francêsko de Araújo Lopes. – Natal, RN, 2012.

233 f.: il.

Orientador : Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

1. Biologia – Ensino - Dissertação. 2. Trabalho prático-experimental – Medição – Dissertação.  
3. Livro didático – Análise de conteúdo – Dissertação. I. Núñez, Isauro Beltrán. II. Título.

RN/UF/BSE-CCET

CDU 57:37

FRANCÊSCO DE ARAÚJO LOPES

TRABALHOS PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA BIOLOGIA: Uma  
análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD/2012.

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Ensino de  
Ciências Naturais e da Matemática da  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Norte, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

---

Profº Drº Isauro Beltrán Nuñez  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(Orientador)

---

Profº Drº Marcus Vinícius de Faria Oliveira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
(Examinador Externo)

---

Profª. Drª. Magnólia Fernandes Florêncio de Araujo  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(Examinadora Interna)

NATAL/RN  
2012

Dedico a DEUS e a JESUS pela luz que ilumina o meu caminho.  
A minha esposa Renata e meus filhos Lucas e Yasmim.  
A minha mãe Maria, e aos meus irmãos Alex, Cátia e Mônica.  
Ao orientador e amigo Isauro.  
Aos meus amigos.  
Aos professores que fizeram parte da minha trajetória.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS e a JESUS pela luz e saúde que me permitem viver.

A Renata, a Lucas e a Yasmim companheiros de todos os momentos e a quem amo tanto, pela compreensão da minha ausência nas suas vidas em alguns momentos, pelo incentivo e estímulo nas horas difíceis principalmente na parte final deste trabalho, mas, sobretudo e especialmente pelo carinho, pelo amor que dedicam a mim todos os dias.

A Maria minha mãe que sempre me dedicou amor e pela sua luta em me proporcionar educação.

Alex, Cátia e Mônica pelo incentivo, apoio ao longo da nossa convivência.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Isauro Beltrán Nuñez por quem nutro um uma grande admiração acadêmica, por ter me aceitado como orientando, pela orientação segura, correta e perspicaz que me propiciou uma formação acadêmica maravilhosa e a Isauro, amigo por quem nutro um uma grande admiração humana

A Marcus um grande amigo, por quem tenho admiração e respeito, e pelos momentos de intenso aprendizado que me proporcionou em nossos diálogos.

A Maurício pela amizade inesperada e iniciada num momento formal de seleção, um companheiro e amigo de caminhada no mestrado do início ao fim.

A Cristiano, Everaldo, Costa, Fábria, Jailson, Neuza e aos demais amigos do grupo de estudo que se incorporaram, pela verdadeira amizade que construímos e pelas trocas de conhecimentos essenciais ao desenvolvimento do estudo.

Aos demais amigos professores do União do Povo, Waldson Pinheiro, amigos que muito me ajudaram.

As pessoas amigas do E.E. União do Povo de Cidade Nova pela oportunidade oferecida de iniciar o Mestrado.

À coordenação do programa de PPGECCNM, pelo apoio, também a Daniel, Iguara, pela presteza e apoio.

Aos companheiros de pós-graduação que contribuíram para minha formação.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia, pelo incentivo e contribuição na minha formação.

A educação não muda o mundo, muda as pessoas,  
as pessoas é que mudam o mundo.  
Ninguém caminha sem aprender a caminhar,  
sem aprender a fazer o caminho caminhando,  
refazendo e retocando o sonho  
pelo qual se pôs a caminhar.  
Paulo Freire.

LOPES, Francêso de Araújo. **TRABALHOS PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DA BIOLOGIA**: Uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNL/D/2012. 2012. 222f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012.

## RESUMO

O trabalho prático-experimental na educação científica, e no contexto do ensino de Biologia se constitui num objetivo chave. Considerando a influência dos livros didáticos na atividade profissional dos professores, nos interessou neste estudo conhecer e caracterizar a orientação desse tipo de material didático para o trabalho prático-experimental e a utilização da medição nesta atividade. Para esse propósito foram analisadas as oito coleções de livros de Biologia aprovada as no PNL/D 2012. A pesquisa tem natureza descritiva e interpretativa e para a coleta dos dados optou-se pelo método da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2002). Na análise dos trabalhos prático-experimentais buscou-se caracterizar sua natureza epistemológica, a concepção de ciência implícita, tipologia, conteúdo conceitual de Biologia presente, quantas envolvem medições, e de que maneira é usado neste contexto de acordo com o procedimento geral de medir proposto por Núñez e Silva (2008). Os trabalhos prático-experimentais sugeridos tem uma epistemologia conceitual do ensino, caráter racionalista na sua maioria, e predominam atividades do tipo exercício prático, a necessidade de medir está presente na minoria destes, e se utiliza o procedimento geral de medir de maneira parcial e implícita na maioria dos trabalhos prático-experimentais. Dessa forma propõem-se nesse estudo atividades para elaborar um guia de análise dos trabalhos prático-experimentais propostos nos livros didáticos de Biologia.

Palavras-chaves: Trabalho prático-experimental. Livro didático. Medição. Biologia

LOPES, Francêso de Araújo. **TRABAJOS PRÁCTICO EXPERIMENTALES EN LA ENSEÑAZA DE BIOLOGÍA**: Una análisis de los libros textos de Biología aprobados en PNLD/2012. 2012. 222f. Tesis (Maestría en Enseñanza de Ciencias Naturales y Matemáticas) – Universidad Federal de lo Rio Gran del Norte. Natal, 2012.

## RESUMEN

El trabajo práctico experimental en la educación en Ciencias y en el contexto de la enseñanza de la Biología es un objetivo clave. Teniendo en cuenta la influencia de los libros de texto en la actividad profesional de docentes, interesado en este estudio para caracterizar la orientación de este tipo de materiales, para el trabajo práctico experimental y el uso de la medición en esta actividad. Para ello analizaron las ocho colecciones de libros de Biología aprobado en PNLD en 2012. La investigación es de naturaleza descriptiva e interpretativa y de recogida de datos ha sido elegida por el método de análisis de contenido (BARDIN, 2002). El análisis de los trabajos práctico experimentales buscó caracterizar su naturaleza epistemológica, concepción de la ciencia implícita, conceptual, tipología, contenido conceptual de Biología utilizado, cuántos implican medidas, y cómo se utiliza en este contexto según el procedimiento general para medir propuesto por Núñez y Silva (2008). Los trabajo práctico experimental ha sugerido una epistemología de la enseñanza conceptual, carácter racionalista en su mayoría y dominada por las actividades del tipo de ejercicio práctico, a necesidad de medir está presente en una minoría de estos y se se utiliza el procedimiento general de medición de forma parcial e implícito en la mayoría de los trabajos práctico experimentales. Por lo tanto, proponemos en este actividades de estudio a desarrollar una guía de análisis de los trabajo práctico experimentales propuesto en los libros de texto de Biología.

Palabras clave: trabajo práctico experimental. Libro texto. Medición. Biología

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

<b>Figura 1</b> Foto das Coleções A e B .....	160
<b>Figura 2</b> Foto das Coleções C e D .....	160
<b>Figura 3</b> Foto das Coleções E e F .....	160
<b>Figura 4</b> Foto das Coleções G e H.....	160
<b>Figura 5</b> Interrelação e dependência dos conteúdos escolares .....	163
<b>Figura 6</b> Exemplo 1 de TP/E com medição.....	189
<b>Figura 7</b> Exemplo 2 de TP/E com medição.....	190
<b>Figura 8</b> Exemplo 3 de TP/E com medição.....	191

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Proporção de TP/E nos LD e no MP segundo a concepção implícita de Ciência.....	165
<b>Gráfico 2</b> Proporção de TP/E segundo a concepção Racionalista da ciência, implícita nas oito coleções.....	167
<b>Gráfico 3</b> Proporção de TP/E segundo a concepção Construtivista da ciência, implícita nas oito coleções.....	168
<b>Gráfico 4</b> Proporção de TP/E segundo a concepção Empirista da ciência, implícita nas oito coleções.....	170
<b>Gráfico 5</b> Proporção de TP/E nos LD e MP segundo a Tipologia.....	174
<b>Gráfico 6</b> Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Exercício Prático nas oito coleções.....	175
<b>Gráfico 7</b> Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Experiência nas oito coleções.....	177
<b>Gráfico 8</b> Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Experimento Ilustrativo nas oito coleções.....	178
<b>Gráfico 9</b> Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Investigação nas oito coleções.....	179
<b>Gráfico 10</b> Proporção de TP/E nas oito coleções segundo o conteúdo de Biologia.	182
<b>Gráfico 11</b> Proporção média de Trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição nas oito coleções didáticas.....	185
<b>Gráfico 12</b> Proporção de Trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição por coleção didática.....	185
<b>Gráfico 13</b> Proporção de TP/E nos LD segundo a apresentação do procedimento de medir.....	187

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Critérios de avaliação de livros didáticos por diferentes autores da área de Ciências e Biologia.....	147
<b>Quadro 2</b> Caracterização das coleções didáticas analisadas .....	159

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Total de atividades práticas por livro didático.....	62
<b>Tabela 2</b> Atividades Classificadas pelo Enfoque Pedagógico.....	63
<b>Tabela 3</b> Atividades Classificadas pelo Enfoque Metodológico.....	63
<b>Tabela 4</b> Elementos a considerar no Julgamento do Livro Didático.....	131
<b>Tabela 5</b> Base epistemológica em cada livro didático.....	161
<b>Tabela 6</b> Concepção de ciência implícita nos trabalhos prático-experimentais proposto em cada livro didático.....	165
<b>Tabela 7</b> Total de trabalhos práticos por livro didático quanto a sua tipologia.....	173
<b>Tabela 8</b> Distribuição das atividades por conteúdo de Biologia.....	182
<b>Tabela 9</b> Total de trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição por obra didática.....	184
<b>Tabela 10</b> Apresentação do procedimento de medir em trabalho prático-experimental.....	186

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIBS	American Institute of Biological Sciences
BSCS	Biological Science Curriculum Study
CALDEME	Campanha do Livro Didático e Manuais de Ensino
CILEME	Campanha de Inquéritos e Levantamentos do Ensino Médio e Elementar
CNLD	Comissão Nacional do Livro Didático
CNME	Campanha Nacional de Material Escolar
COLTED	Comissão do Livro Técnico e Livro Didático
EPEM	Equipe de Planejamento de Ensino Médio
FAE	Fundo de Assistência Estudantil
FENAME	Fundação Nacional de Material Escolar
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FUNBEC	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
INL	Instituto Nacional do Livro
INEP	Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos
IPS	Introductory Physical Science
LD	Livro Didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação e Cultura
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PSSC	Physical Science Study Committee
PLIDEF	Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PREMEM	Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PISA	Programme for International Student Assessment
PNLEJA	Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos
PNBE	Programa Nacional Biblioteca da Escola
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SNEL	Sindicato Nacional de Editores de Livros
TP/E	Trabalho Prático-Experimental
TIMMS	Trends in International Mathematics and Science Study
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
USAID	United Agency for International Development

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1 O problema</b> .....	42
<b>1.2 Objetivos</b> .....	45
<b>1.3 Organização da dissertação</b> .....	45
<b>2 TRABALHO PRÁTICO-EXPERIMENTAL</b> .....	48
<b>2.1 O ensino em Biologia o e trabalho prático-experimental</b> .....	52
<b>3 TRABALHO EXPERIMENTAL E A MEDIÇÃO</b> .....	69
<b>3.1 PAPEL DA MEDIÇÃO NA CIÊNCIA</b> .....	69
<b>3.2 A MEDIÇÃO NO TRABALHO EXPERIMENTAL</b> .....	86
<b>3.2.1 Operacionalizar variáveis de uma hipótese</b> .....	90
3.2. 1.1 Operacionalizar variáveis de uma hipótese no trabalho experimental .....	92
<b>3.2.2 Estimar possíveis erros de medição e utilizar procedimentos adequados para minimizá-los</b> .....	92
<b>3.2.3 Estimar a validade de medições</b> .....	93
<b>3.2.4 Estimar a confiabilidade de medições</b> .....	94
<b>4 LIVRO DIDÁTICO E O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS</b> .....	96
<b>4.1 O livro didático: uma análise histórica</b> .....	111
<b>4.2 O PNLD e a avaliação dos livros didáticos de Biologia</b> .....	126
<b>4.3 O professor e a escolha do livro didático</b> .....	142
<b>5 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	150
<b>5.1 O método da pesquisa: Análise de Conteúdo</b> .....	150
5.1.1 A pré-análise.....	151
5.1.2 Categorização .....	151
<b>5.2 Organização dos dados</b> .....	155
<b>5.3 Procedimento para coleta e Tratamento dos dados</b> .....	157
<b>6 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS – RESULTADOS</b> .....	159
<b>6.1 Seleção das obras didáticas analisadas</b> .....	159
<b>6.2 Base epistemológica</b> .....	161
<b>6.3 Concepção de ensino e ciência no trabalho prático-experimental</b> .....	164
6.3.1 Racionalismo .....	166
6.3.2 Construtivismo .....	168
6.3.3 Empirismo .....	170

6.3.4	Considerações sobre a análise da concepção de ensino e ciência .....	172
<b>6.4</b>	<b>Tipologia de trabalho prático-experimental .....</b>	<b>173</b>
6.4.1	Exercício prático.....	174
6.4.2	Experiência .....	176
6.4.3	Experimento Ilustrativo .....	177
6.4.4	Investigação .....	179
6.4.5	Considerações sobre a análise da tipologia de TP/E .....	181
<b>6.5</b>	<b>Conteúdo conceitual de Biologia presentes nos TP/E .....</b>	<b>181</b>
<b>6.6</b>	<b>Exigência da Medição no trabalho prático-experimental.....</b>	<b>184</b>
<b>6.7</b>	<b>Apresentação do procedimento geral de medir nos TP/E .....</b>	<b>186</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>194</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>199</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>219</b>

# **Introdução**

## INTRODUÇÃO

As mudanças que ocorreram na sociedade nas últimas décadas do séc. XX e início do XXI, decorrentes da globalização e do desenvolvimento da tecnologia, promoveram alterações para várias áreas num ritmo muito surpreendente. Nesta perspectiva a sociedade contemporânea ou em rede, é influenciada pela revolução das tecnologias da informação, pela reestruturação do capitalismo com a globalização das atividades econômicas, pela comunicação e informação, pelo aumento do consumo e pela produção maciça de bens de consumo. A sociedade tem passado por diferentes fases tecnológicas, e assinala Sasson (2003, p. 15 e 16) que o final do século XX foi particularmente rico em inovações na biotecnologia, nas ciências da informação e espacial.

No início do século XXI, três revoluções na ciência e na tecnologia estão em andamento, e com um impacto importante sobre as atividades humanas:

- a) Genômica: com o sequenciamento dos genomas de várias espécies (inclusive o humano) e a compreensão dos fundamentos genéticos dos seres vivos, em nível molecular, possibilitará utilizar esse entendimento para desenvolver novos processos e produtos;
- b) Ecotecnológica: promovendo a associação entre os conhecimentos e as tecnologias tradicionais e as avançadas tecnologias espacial e da informação, da biotecnologia, das energias renováveis e dos novos materiais;
- c) Informação e Comunicação: permitindo um crescimento muito rápido na assimilação e disseminação sistemáticas da informação, no tempo oportuno, melhorará o acesso ao conhecimento e à comunicação, por meio de redes eletrônicas de baixo custo.

O aparecimento e fortalecimento da internet como ferramenta de comunicação instantânea permitiu modificações e aquisições de valores, hábitos, conhecimentos e maneiras de pensar. As pessoas têm a possibilidade de armazenar inúmeras informações de diversas partes do planeta, com disponibilidade imediata de acordo com sua vontade. Tem-se então uma revolução no processo de elaboração, transformação e comunicação do conhecimento, com um valor decisivo na vida das pessoas, provocando alterações na maneira de agir, pensar e expressar de todos.

Nesse sentido é preciso também acentuar as modificações nas relações de trabalho, tanto no setor técnico quanto no social, com a substituição dos sistemas de

produção mecânicos por outros de caráter eletrônico e automático; a flexibilização e instabilidade no trabalho; surgimento de novos setores trabalhistas, como aquele dedicado à informação, e as novas formas de trabalho, como o teletrabalho; globalização dos meios de comunicação de massa convencionais, e interconexão das tecnologias, tanto tradicionais como novas (resultantes da hibridização da informática e da telemática), de modo que permitam romper as barreiras espaciais e temporais, alcançando grandes distâncias.

Não há perspectivas controláveis ou deterministas no atual momento da sociedade, mas sim dúvidas e indeterminações, com as mudanças climáticas e as forças da natureza são fontes de inquietações. Para alguns as incertezas atuais são resultantes da forma de uso dos conhecimentos científicos e uso da tecnologia que modificam o ambiente natural gerando uma natureza artificial.

Algumas reflexões podem surgir daí: Como viver num cenário rico de inquietações, com tantas situações complexas, contraditórias e também tecnológicas? Quais decisões tomar? Qual relação existe entre as transformações com o maior avanço do conhecimento científico?

É cada vez menor o tempo entre uma descoberta científica e sua transformação em aplicação tecnológica disponibilizada a população. As informações disponíveis são em formatos atraentes e ágeis, muito diversificadas, fragmentadas, fugazes, deformadas e tendenciosas, chegam sem serem algumas vezes procuradas, e ainda saturando cada vez mais as pessoas.

Em geral é cada vez mais solicitada à participação dos cidadãos na tomada de decisões, isto porque, essa participação é fundamental para impedir o uso acelerado e precoce de inovações tecnológicas de consequências (muitas vezes) desconhecidas, de longo prazo sem garantias plausíveis de segurança. Tomar “boas” decisões não são determinadas pela retenção de conhecimentos profundos que possuem os especialistas de um campo particular, entretanto são necessárias abordagens numa perspectiva mais ampla e de diferentes interesses, analisando os possíveis impactos no médio e longo prazo, tanto no campo dado como em outros (GIL PÉREZ, et al. 2005). E isso é algo que uma população conhecimento científico específico mínimo sobre o tema abordado pode realizar.

Não se defende impedimentos para o desenvolvimento de investigação ou para a introdução de inovações tecnológicas para a população, entretanto, busca-se refletir o papel das pessoas no uso dessas “inovações”.

É preciso destacar que nesse quadro de desenvolvimento tecnológico, a formação científica e tecnológica das pessoas é indispensável para entender a vida cotidiana, bem como, participar e principalmente nela atuar. Para Macedo e Katzkowicz (2003):

[...] a ciência deve se converter em um bem compartilhado solidariamente em benefício de todos os povos; que se reconheça a necessidade, cada vez maior, dos conhecimentos científicos para a tomada de decisões”. E que o ensino da ciência seja reconhecido como fundamental para a plena realização do ser humano, para que se possa contar com cidadãos ativos e bem informados. (MACEDO E KATZKOWICZ, 2003, p. 70)

A ciência como atividade humana tem uma importância basilar para a sociedade, seja como determinante nos rumos do desenvolvimento econômico da nação, ou como transformação do meio ambiente, ou na melhoria da qualidade de vida da população, na realidade presente e futura. Todos precisam de uma forma ou outra usar a informação científica, têm o direito de compartilhar a compreensão do mundo natural, bem como, do conhecimento das ciências humanas, visto que o conhecimento científico é patrimônio da humanidade.

Uma análise das sociedades contemporâneas e de seus cidadãos aponta para uma avaliação da educação científica como uma necessidade real e geral, como um direito de todas as pessoas, pois é um fator essencial no desenvolvimento e inserção pessoal e social, em função da sua maior utilidade na produção de energia e de alimentos, na saúde, no meio ambiente e comunicação.

O ensino de ciência e tecnologia pode ser observado como uma tática indispensável para atender as obrigações mínimas para a população de um país para se desenvolver e expandir. Contribuir para a compreensão das questões, as escolhas e opções envolvidas nas tomadas de decisão dos benefícios e as desvantagens da ciência e da tecnologia. Possibilitar a formação da ética para o cidadão ser capaz de distinguir e decidir rejeitar o engano, a simulação, a justificação sem base de ações e omissões, como um elemento contra a intolerância e o preconceito.

A ciência e as tecnologias têm se inserido muito rapidamente à vida social no século XXI, elevando seu *status* como um importante elemento da cultura. As novas tecnologias da informação promoveram modificações na cultura da aprendizagem, seja na organização e/ou distribuição do saber. A escola não é a primeira, nem mesmo é a principal fonte de conhecimento dos alunos em muitas esferas (POZO E GÓMEZ

CRESPO, 2009). Esse cenário sócio-tecnológico do século XXI implica numa nova cultura do processo ensino-aprendizagem.

Macedo e Katzkowicz (2003) perguntam: que ciências ensinamos, e como as ensinamos? As maneiras de ensinar e aprender são elementos da cultura e assim como a educação e os conhecimentos a serem ensinados passam por transformações. As instituições educativas (e também sociais) devem repensar sua organização e o papel que exercem numa sociedade modelada intensamente pela ciência e tecnologia. Isto porque, como ressalta Pozo e Gómez Crespo (2009) os formatos escolares e as metas educacionais praticamente não mudaram desde que as instituições escolares foram construídas no século XIX.

O acúmulo e a sistematização de conhecimentos não garantem por si só o desenvolvimento intelectual, porque oferece aos estudantes um sistema de conhecimentos dogmáticos, voltados para desenvolver a sua memória, limitando sua atividade cognitiva independente e não cria as condições de interesse cognitivo de aprendizagem.

Há dificuldades na escola para superar a ênfase apenas no conteúdo conceitual, e do enciclopedismo no seu ensino, como também, a sua estruturação das disciplinas em base exclusivamente lógica. Isto revela a necessidade de na escola os professores superarem as visões distorcidas e empobrecidas da ciência e da tecnologia, que são socialmente aceitos, que afetam a aprendizagem da ciência. O trabalho da escola, o seu ensino e suas práticas pedagógicas devem incorporar as novas tecnologias proporcionando o conhecimento científico para todos e com a equidade.

Outro aspecto difícil de resolver para Macedo e Katzkowicz (2003) se refere à contradição entre a acumulação acelerada das descobertas científicas, das inovações tecnológicas, e a educação científica, com seus limites de tempo, não sendo possível ampliar os currículos de forma permanente, e não poder, também, deixar de lado as novidades, o que agravaria a escassez de uma cultura científica e tecnológica satisfatória.

Pozo e Gómez Crespo (2009) reconhecem que a escola não pode mais proporcionar toda a informação sistematizada, porque esta é muito mais ágil e flexível do que a própria escola. Apontam é o que ela pode fazer é formar os alunos para que eles possam ter acesso a ela e dar-lhe sentido, proporcionando capacidades de aprendizagem que permitam a assimilação crítica da informação, organizando e interpretando para lhe dar sentido.

A escola tem função formativa essencial para os futuros cidadãos em propiciar que eles assimilem a cultura em que vivem, compreendendo seu contexto histórico, compartilhando das suas produções, como também, desenvolvendo as capacidades necessárias para acessar esses produtos culturais, usufruindo deles e principalmente renovando-os.

A educação deve proporcionar a aprendizagem das ciências e a elevação no nível de cultura científica, preparar para as novas exigências das relações de trabalho e as novas competências solicitadas. Além disso, permitir o desenvolvimento em todos os cidadãos à capacidade de aprender ao longo da vida. Possibilita a capacidade de compreender, processar, selecionar, organizar e transformar a informação em conhecimento e a capacidade de aplicá-la a diferentes situações e contextos sob os valores e as intenções de seus próprios projetos pessoais ou sociais (POZO E GÓMEZ CRESPO, 2009; PÉREZ GÓMEZ, 2010).

Essa perspectiva aumenta o interesse das instituições educativas, principalmente dos níveis fundamental e médio, por melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem das ciências naturais. Visto que é através desse aprendizado que os estudantes alunos podem resolver problemas específicos, utilizando suas habilidades e conhecimentos científicos e tecnológicos.

Na sociedade da informação e do conhecimento os desafios para os indivíduos e grupos sociais estão se tornando mais intensa. A necessidade da educação científica, estudos comparativos internacionais de conhecimentos como *Programme for International Student Assessment (PISA)*, *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, a busca pela vanguarda e liderança do desenvolvimento ocasionou uma espécie de globalização das reformas educativas, motivando vários países em várias partes do mundo a promoverem reformas em sistemas de ensino.

De acordo com Sasson (2003) a maioria dos países da América Latina está imersa em processos de mudanças na educação e os tipos de reforma praticados nos países apresentam as seguintes características:

- a) As primeiras têm a ver com a redução dos orçamentos do setor público, e podem ser classificadas como reformas movidas pelo financiamento;
- b) As segundas estão relacionadas com o rendimento na educação e a capacitação dos recursos humanos para assegurar o desenvolvimento dos alunos, e podem ser classificadas como reformas movidas pela competitividade;

- c) Finalmente, as reformas relacionadas com a mobilidade e a nivelção social, que podem ser classificadas como reformas movidas pela equidade.

No Brasil na década de 90 do século XX surgem propostas para alterações intensas no sistema de ensino. São elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) inicialmente para o ensino fundamental. E mais tarde no início do século XXI estendida para o ensino médio com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM 2002, PCN+2002), e Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM, 2005). Com as reformas curriculares ocorridas, é feita a caracterização do denominado “Novo Ensino Médio”, vem justificadas pelas novas exigências direcionadas às escolas pela atual sociedade, econômica e politicamente globalizada, e pelo avanço das novas tecnologias da informação e comunicação. Nessas reformas se insere a educação científica e tecnológica como parte da educação básica na escola brasileira (PEREIRA, 2009).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 1999), destaca-se que o ensino médio deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, possibilitando ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais.

Nas reformas educativas além de um consenso no que se refere à necessidade de aumentar a eficiência do ensino das ciências, como as reformas educativas assinalam a necessidade da escola em formar habilidades e competências (ALONSO, 2000, BRASIL 2002; FERNANDEZ, 2005; PISA 2006; QUINTANA; JIMÉNEZ E GARCIA, 2008; GONZÁLEZ 2008; PÉREZ GÓMEZ, 2010).

O papel da escola como assinala Davidov (1986a) não é só selecionar conhecimentos, habilidades empírico-utilitário, que satisfaçam apenas a sua condição prática cotidiana. É fundamental para a escola superar o modelo proporcionado por muito tempo (até nos dias atuais) do conhecimento pelo conhecimento, ou o conhecimento vinculado à empiria (com ações estereotipadas muitas vezes), de caráter classificador e orientado para as particularidades e características externas dos objetos, peculiar do pensamento empírico.

Uma das exigências da sociedade contemporânea segundo Davidov (1986b) é que a escola contribua para a formação do pensamento científico-teórico para que diante da realidade, tenham uma atitude criadora. O autor esclarece ainda que o pensamento do tipo teórico estuda o sistema integral dos objetos explicando os aspectos particulares do sistema a partir de sua base universal, revelando uma orientação em direção a essência.

Ao propiciar o pensamento teórico aos alunos a escola é exigida que o aluno se oriente não só em relação ao conteúdo do conceito, mas também para as formas de estruturação do conhecimento.

Cabe na escola propiciar uma aprendizagem da ciência como estratégia potencializadora do pensamento teórico. A educação científica pelas suas características intrínsecas ajuda no desenvolvimento das habilidades, das competências, dos alunos e de cada pessoa individualmente, respeitando a individualidade, a diversidade, com equidade (compensando a desigualdade), possibilitando a formação de pessoas autônomas, críticas, capazes de se inserir no mundo do trabalho e na sociedade.

A propósito da forma de levar adiante esse ensino, promovendo e desenvolvendo a capacidade de raciocínio e de argumentação dos alunos, ao mesmo tempo em que se introduz a apropriação progressiva dos conceitos científicos e de dar-lhe uma dimensão experimental.

Como assinalado anteriormente existe uma evidente necessidade de transformação no entendimento da função da escola que não pode ser simplesmente acadêmica, contudo se colocar como um dos elementos centrais na formação do cidadão. Nesse sentido, propor a introdução das competências básicas nos currículos do Ensino Básico é imprescindível na conjuntura atual. Por conseguinte, a escola deixa de ser informacional (transferindo conhecimento) com modelos prontos, estimulando a memorização, e passa a ser mediadora, orientadora, do processo de ensino-aprendizagem que relacionam os conhecimentos (conceituais, procedimentais e atitudinais) e visam o desenvolvimento integral da personalidade do educando, e de um cidadão crítico-reflexivo.

Os PCN+ (2002) ressaltam que em cada aula de cada ciência se realizam investigações, se apresentam contextos diversificados, se desenvolvem linguagens, porém existem linguagens comuns entre as disciplinas da mesma área, que ajudam aos alunos a estabelecer as sínteses necessárias a partir dos diferentes discursos e práticas, de cada uma das disciplinas. Isso propicia a composição de uma idéia mais ampla de Ciência, para além das diferentes ciências, de forma que os instrumentos gerais de pensamento reforcem e ampliem os instrumentos particulares e ainda facilitam a formação das competências gerais (BRASIL, 2002).

Para atender essa demanda educacional do século XXI a escola atualmente tem avaliar: que educação, que competências, e que tipo de profissionais necessita-se neste novo século? Como formar esses profissionais para os atuais e futuros?

Alvarez de Zayas (1992) destaca a importância da vinculação da educação com a vida, e com o trabalho, esta como atividade que forma o homem. O autor se fundamenta na dependência que tem a educação das relações econômicas, políticas e social da sociedade em questão, e na necessidade desta, que seus cidadãos não se apropriem apenas de um sistema de conhecimento, contudo que possa aplicar para resolver as demandas de produção, como produtores e não simples consumidores.

Em todas as áreas aparece a necessidade de formação de um novo profissional com um novo perfil. É atentar para a necessidade de se formar um novo homem, que entenda a aprendizagem como um processo que ocorre durante toda a sua vida. Pois com a vida e trabalho são frutos da atividade do homem no mundo e por isso, estão atreladas, em unidade, a integração do estudo com o trabalho (MAJMUTOV, 1983, ALVAREZ DE ZAYAS, 1992, NÚÑEZ, 2009)

Pelas exigências da Educação para o Século XXI, esse novo homem deve formar apto para “aprender a conhecer”, “aprender a fazer”, “aprender a ser” e “aprender a conviver” (DELORS, 1999), e assim possa melhor compreender as relações sociais e a complexidade do mundo, privilegiar o desenvolvimento do conhecimento, a elaboração ou reelaboração das teorias, participar e colaborar nas atividades humanas de forma crítica, mas também, de maneira solidária, com pensamento independente no contexto do seu grupo social.

As atividades profissionais atuais exigem demandas do diferentes das tradicionais, também requer um profissional capaz de resolver tarefas complexas e realizá-las de forma adequada. Para isso empregando e combinando o conhecimento científico, informações, modelos, habilidades práticas, que em conjunto para alcançar uma ação eficaz.

Nesse sentido a educação científica pode contribuir para a formação de estudantes com conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, com habilidades e aplicando o estudado em situações reais teóricas ou concretas. Também permite associar o conhecimento escolar ao cotidiano, superando o pensamento comum na interpretação e explicação dos fenômenos, que formam parte do mundo, entendendo a diferença entre a interpretação comum e a científica de um fenômeno.

No entendimento de Pérez Gómez (2010) os profissionais devem apresentar como característica serem reflexivos, ter o conhecimento prático, que implica em conhecimentos na ação, o conhecimento para a ação, e conhecimento sobre a ação.

Com isso os profissionais devem ter responder às demandas atitudes e competências como: conhecimentos, motivação, valores éticos, emoções, criatividade, visão holística, trabalho em grupo com igualdade, argumentar, escutar, permitir ser convencido, recorrer a argumentos válidos, explicar, interpretar, relacionar, identificar perguntas, analisar e obter conclusões a partir de evidências, com a finalidade de compreender e ajudar a tomar decisões acerca do mundo natural e das modificações que a atividade humana produz neste.

Nesse sentido a educação científica contribui para a formação de estudantes com conhecimentos, habilidades e competências, para aplicar o que foi aprendido em situações real, teórica ou prática. Também permite associar o conhecimento escolar ao cotidiano, superando o pensamento empírico na interpretação e explicação dos fenômenos, que formam parte do mundo, entendendo a diferença entre a interpretação de senso comum e a científica de um fenômeno.

Majmutov (1983) coloca que há muito tempo a psicologia concluiu que o desenvolvimento cognitivo não está só pelo acúmulo e quantidade dos conhecimentos adquiridos. Essa é uma visão individualista e limitada para o desenvolvimento do ser humano, e que não corresponde, nem atende as expectativas atuais de educação para o século XXI.

Na educação científica, grande parte do trabalho está situada na cognição para a compreensão dos alunos das práticas realizadas nas comunidades profissionais e científicas. Pelas suas características intrínsecas a educação científica ajuda no desenvolvimento dos diversos aspectos do da personalidade dos alunos. Permite desenvolvimento das habilidades, das competências dos alunos e de cada pessoa individualmente, respeitando a individualidade, a diversidade, com equidade (compensando a desigualdade), possibilitando a formação de pessoas autônomas, críticas, capazes de se inserir no mundo do trabalho e na sociedade.

A educação científica promove apropriação dos conceitos científicos, procedimentos e atitudes, com o desenvolvimento da capacidade de raciocínio e de argumentação dos alunos, pois grande parte do trabalho está situada na cognição para a compreensão dos alunos das atividades realizadas nas comunidades profissionais e científicas.

Tradicionalmente no ensino de ciências há uma separação entre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais uma tendência bastante criticada na literatura especializada (GIL-PÉREZ, 1993; CUDMANI; PESA E SALINAS, 2000). Assim por

exemplo no modelo de ensino por transmissão/recepção se ressalta a aprendizagem dos conteúdos conceituais, nos modelos de ensino por “descoberta” tem se orientado para a aprendizagem dos conteúdos procedimentais através das suas metodologias.

Os conteúdos procedimentais têm sido estudados no campo da Didática das Ciências Naturais por autores como Gil-Pérez (1993), Pro Bueno (1999), Guisasola; Almudí e Zubimendi (2003), Pozo e Gómez Crespo (2009), Núñez (2009).

Na opinião de Pozo e Gómez Crespo (2009), o ensino de um procedimento supõe revelar a estrutura de sequência das ações que o aluno deve realizar. Essa estrutura operacional do procedimento deve ser necessariamente mostrada aos estudantes, isto porque são resultado de uma longa elaboração cultural, e conseqüentemente, difíceis de serem construídos pelos alunos. Guisasola; Almudí e Zubimendi (2003) acentuam que as escolas continuam valorizando mais os processos relativos aos conteúdos conceituais, destituído de uma intencionalidade direta na formação de procedimentos gerais para se construir e usar os conceitos em diversos contextos, como estratégias na solução de problemas. Para uma aprendizagem relevante não é possível prescindir dos conteúdos procedimentais com os quais se aprende e aplica o conhecimento.

Para Zabala (1998), o conteúdo procedimental inclui as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias e os procedimentos. Por outro lado os conteúdos procedimentais na aprendizagem não se compõem só de técnicas e estratégias educativas, são também um meio para compreensão dos conteúdos conceituais, a atividade cognitiva dos estudantes, para explicar a natureza e seus fenômenos.

Pro Bueno (1999) enfatiza que os conteúdos procedimentais articulados com os conceituais, no contexto escolar, devem ser objeto de formação orientado por finalidades explícitas, como parte imprescindível do saber fazer e pensar sobre ciência. Nesta perspectiva Guisasola Almudí e Zubimendi (2003) destacam que a articulação entre conteúdos conceituais, procedimentais e também atitudinais devem contribuir nos processos de ensino-aprendizagem do conhecimento científico na escola.

Uma das atividades realizadas nas comunidades profissionais e científicas que favorecem a aprendizagem dos conteúdos procedimentais é o trabalho prático-experimental. É considerado essencial no ensino das ciências naturais, está presente nos currículos, e segundo Woolnough (1991) apud Matos e Morais (2004) pode-se afirmar que o trabalho experimental tem um papel central e importante nos programas de

Ciências das escolas em muitos países. Tem importância amplamente partilhada por professores, mas nem sempre está presente no âmbito escolar.

É um dos temas mais discutidos e debatidos no ensino das ciências naturais, Stuart e Marcondes (2008), Moreira e Penido (2009) indicam que o trabalho prático-experimental nas aulas é a uma das questões mais discutidas nos últimos 30 anos. Matos e Morais (2004) relatam que a função do trabalho prático-experimental na educação científica tem passado por modificações ao longo dos anos, diretamente imbricado com as transformações na sociedade.

Esse tema tem sido alvo de reflexões, discutido por diversos autores (HODSON, 1994, BARBERÁ E VALDÉS 1996; GIORDAN, 1999; DOURADO, 2001; BORGES, 2002; GALIAZZI E GONÇALVES 2004; CARRASCOSA et al, 2006; RODRIGUES, 2009) e em revistas nacionais como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência & Educação e internacionais como *Enseñanza de las Ciencias*, *Alambique*, *International Journal of Science Education*, que dedicaram edições para essa discussão.

O trabalho prático-experimental é um tipo de atividade do ensino das ciências, reivindicada por professores e estudantes em todos os níveis educativos, “é uma atividade inestimável para o ensino das ciências” (BARBERÁ E VALDÉS 1996). Carrascosa et al. (2006) indica a experimentação como um dos pontos centrais do ensino aprendizagem de Ciências, para Barros e Losada (1998) é um tipo de atividade emblemática e característica do ensino de ciências. Isso se deve ao fato da experimentação ser uma valiosa estratégia de ensino e também pelo seu potencial educativo (reflexão, elaboração de hipótese, resolução de situações-problema e o desenvolvimento de habilidades e competências).

É uma parte essencial da atividade de ensino-aprendizagem, portanto, não deve ser banalizada, esquecida e/ou até mesmo ser excluída do processo de formação e desenvolvimento dos estudantes nas disciplinas de ciências naturais na educação básica. Tradicionalmente a ideia de se utilizar atividades experimentais está na substituição das aulas puramente expositivas (transmissão-recepção) e ao mesmo tempo superar a falta de interesse na aprendizagem de ciências (RODRIGUES, 2009).

É no trabalho prático-experimental que está presente o referencial empírico, que proporciona o contato com o real, possibilita o estudo dos fenômenos (SÉRÉ et al, 2003). Essas atividades possibilitam ir além do entendimento dos próprios conteúdos conceituais subjacentes as ciências. Leontiev (1985) ressalta que é a atividade a responsável pelo desenvolvimento da consciência e das funções psíquicas. Existe uma

unidade entre os conhecimentos e as ações mentais, que são assimiladas na atividade, e não a margem dela (NÚÑEZ, 2009). Assim não é qualquer tipo de atividade realizada que permite a assimilação consciente, contudo atividades direcionadas para a transformação tanto do objeto, quanto do sujeito da aprendizagem.

Hodson (1994), Borges (2002) e Caamaño (2003) após análise de diversos trabalhos, mostram as diferentes razões de realizar trabalhos experimentais no ensino das ciências:

- a) Motivam os estudantes;
- b) Verificam/comprovam princípios e leis científicas;
- c) Permitem um conhecimento vivencial de muitos fenômenos;
- d) Permitem ilustrar a relação entre variáveis significativas na interpretação de um fenômeno;
- e) Facilitam a aprendizagem e compreensão de conceitos;
- f) Permitem realizar experimentos para contrastar hipóteses emitidas na elaboração de um modelo;
- g) Proporcionam experiência no manejo de instrumentos de medida e no uso de técnicas de laboratório e de campo;
- h) Permitem familiarizar-se com a metodologia e os procedimentos próprios da ciência;
- i) Constituem uma oportunidade para o trabalho em equipe e o desenvolvimento de atitudes e a aplicação de normas próprias do trabalho experimental: ordem, planejamento, limpeza, segurança, etc.

A importância dos trabalhos prático-experimentais é compartilhada por diversos trabalhos, todavia é também preciso ressaltar que é nessa importância que reside a complexidade do tema (SÉRE 2002). Matos e Morais (2004) relatam que as dificuldades encontradas em relação à utilização desse trabalho experimental não estão relacionadas à quantidade. É bastante discutida a forma, a intencionalidade e execução dessas atividades, são centradas por questões de qualidade, natureza, contexto e objetivos, decorrente da sua não efetividade. Nas atividades experimentais a orientação pedagógica e os objetivos vêm sendo fortemente questionadas e criticadas (HODSON, 1994; BARBERÁ E VALDÉS, 1996; GALIAZZI et. al., 2001).

Krasilchik (2004) esclarece que apesar das aulas práticas serem bastante conhecidas como fundamentais, estas na verdade, ocupam uma parcela muito pequena dos cursos de Biologia, visto que, segundo os professores, não há tempo suficiente para

a preparação de material, insegurança para controlar a classe, falta de conhecimentos para organizar as experiências e também não dispõem de equipamentos e instalações adequadas.

Oliveira (2010) na pesquisa de sua dissertação com professores de 20 escolas da rede federal - IFRN (duas situadas em Natal e três no interior do estado do RN) e estadual (15) do ensino médio na região metropolitana de Natal/RN identificou as principais dificuldades com a realização de atividades experimentais. Para os professores da rede federal as dificuldades foram: faltam reagentes; grande quantidade de conteúdos e pouco tempo; grande número de alunos por turma; faltam equipamentos; os livros didáticos trazem poucas práticas. Os professores da rede estadual apontaram como dificuldade: faltam equipamentos; faltam reagentes; grande quantidade de conteúdos e pouco tempo; não tem laboratório; sem formação adequada na graduação; grande número de alunos por turma; instalações de laboratório inadequadas; não fez cursos específicos para desenvolver atividades experimentais; falta de concentração dos alunos; os livros didáticos trazem poucas práticas.

Hodson (1994) indica que a abordagem tradicional tem levado aos estudantes aversão a essas atividades e o entusiasmo por elas vai frequentemente diminuindo com a idade, pois estas são carentes de valor pedagógico. Moreira (1980) apud Gonzalez Eduardo (1992) indica que vários estudantes sequer têm uma ideia clara do que estão fazendo, não sendo capazes de identificar os fenômenos, os conceitos e as questões básicas que estão sendo discutidas.

Frequentemente o trabalho prático-experimental é usado como forma de motivar os estudantes, confirmar a teoria, entretanto normalmente de maneira acrítica e aproblemática, restando ao estudante o papel de executor de uma receita pronta dada pelo professor ou descrita nos livros textos e elaborar trabalhos ou relatórios experimentais com resultados previamente estabelecidos e conhecidos. Como constatado pela pesquisa de Oliveira (2010) mostrando que a maior parte dos professores independente da rede de ensino na qual atuam, realizam atividades experimentais com as seguintes características: após a teoria, com uso de roteiro e dinamizar as aulas.

Laburú (2006) deixa claro que sem conhecer a relevância da atividade ou seu significado, a experimentação sendo tratada de maneira abstrata e mecânica não terá uma participação efetiva dos estudantes, pois assim eles não terão satisfação em realizá-la. Há professores que realizam práticas de laboratório de modo irreflexivo e infrutífero

porque são confusas ou mal elaboradas, eliminando o caráter educativo e formativo dessa atividade. E as repetidas abordagens para a verificação do conhecimento, impedem os estudantes desenvolver habilidades e competências de investigação e aprendendo os procedimentos científicos que lhes estão associados.

Hodson (1994) aponta a tradição para usar o trabalho prático-experimental como meio para desenvolver destrezas de laboratório como sendo de dois tipos: o primeiro aqueles relacionados com a aquisição de uma série de habilidades generalizáveis e livre de conteúdos, que se creem transferíveis a outras áreas de estudo e válidas para todos os alunos como um meio para enfrentar problemas cotidianos ocorridos fora do laboratório; o segundo estão àqueles argumentos que afirmam que desenvolver a destreza e as técnicas de investigação básicas consideradas como essenciais, para futuros cientistas e técnicos, argumento duvidoso e excessivamente ambicioso nas palavras do autor.

Alguns professores e pesquisadores (BARBERÁ E VALDES 1996, BARROS E LOSADA 1998, GALIAZZI et. al, 2001, SASSON 2003, ARAÚJO E ABIB 2003) apontam que os trabalhos prático-experimentais estão diretamente relacionadas com dois objetivos: o desenvolvimento de atitudes e melhoria das habilidades cognitivas. Entretanto é importante ressaltar que o trabalho experimental é também uma dimensão da formação de conceitos. O ensino das ciências com o trabalho prático-experimental pode proporcionar aos estudantes aprendizagem dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, extrapolando a descrição fenomenológica, interpretando teoricamente os fenômenos com a utilização dos respectivos modelos explicativos.

Para fazer isso, e não permitir aos estudantes realizar trabalhos prático-experimentais sem ter consciência do que e o porquê está fazendo, é essencial usar abordagens experimentais com utilização de instrumentos e bases orientadoras, para organizar e dirigir o trabalho experimental para a formação do pensamento teórico. Além disso, favorecer o desenvolvimento da autoavaliação, metacognição, a comunicação, a estes aspectos fundamentais para o desenvolvimento e as tendências de evolução das idéias de aprendizagem (IZQUIERDO et. al. 1999).

Barberá e Valdés (1996) enfocam que trabalho prático-experimental devem desenvolver atitudes e habilidades cognitivas de alto nível intelectual e não meramente habilidades manuais ou técnicas instrumentais, e apontam a necessidade de realizar novas pesquisas para definir objetivos e finalidade essenciais a serem adotadas para dar suporte a essas atividades. Nesta perspectiva tem acentuado o interesse que essa

aprendizagem seja realizada de maneira a formar a personalidade integral do aluno, dada a evidente interrelação entre os diferentes conteúdos, mas também, a necessidade de um ensino intencional de cada uma deles.

Hodson, 1994 distingue quatro grupos de propostas de trabalho prático-experimental, quais sejam:

- a) Atividades atóricas: Aquelas que objetivam melhorar as habilidades e conhecimentos, entretanto são separadas, parcialmente ou totalmente, de um corpo teórico e dos problemas reais em relação a ela;
- b) Desenvolvimento de recursos: (humanos, materiais e pedagógicos): Aquelas atividades que objetivam a preparação e melhoria dos diversos elementos que estão integrados na prática, mas não determina o conteúdo;
- c) Aplicações novas ou problemas: Neste caso, as alterações são relativas a uma nova maneira de lidar com o conteúdo presente na teoria;
- d) Investigação orientada: Diferentemente do anterior, sendo abordados os problemas não são apenas destinados a aplicar os conhecimentos que já existem, mas referem-se mesmo ao desenvolvimento. Estas são as tentativas de direcionar o trabalho prático para um verdadeiro trabalho de investigação, que reproduz o processo de descoberta de uma forma semelhante ao da ciência.

Os trabalhos prático-experimentais são fundamentais para compreensão dos modelos de interpretação do mundo pelos estudantes, permitindo o contraste entre a abstração científica com a realidade, não podendo assim haver separação do corpo teórico disciplinar com a experiência escolar, e nem do cotidiano. Desta forma é fundamental a seleção dessas atividades pelo professor e um correto ajuste para cada contexto (RODRIGO et. al 1999).

Não se pode esquecer que o desempenho de qualquer atividade implica na utilização de procedimento, e os estudantes devem aprender a utilizar em qualquer momento de sua vida, nas quais as habilidades aprendidas nas atividades experimentais sejam necessárias. Reshetova (1988) acentua que ao realizar trabalho prático-experimental os alunos não só se apropriam do sistema de conhecimentos do objeto (conceitos), mas também, se apropriam das condições de desenvolvimento e do método de elaboração e produção.

Concorda-se com Perales (1994) que os trabalhos prático-experimentais têm diferentes orientações de acordo com modelo didático adotado pelo docente, portanto

são importantes e relevantes se estiverem vinculadas a objetivos claros e uma metodologia adequada com a atividade proposta.

Em definitivo o trabalho prático-experimental, não só tem uma presença pobre no ensino das ciências, como que a orientação das escassas práticas que sugerem realizar contribui para uma visão distorcida e empobrecida da atividade científica. É preciso, pois, proceder uma profunda reorientação. (CARRASCOSA et.al. 2006 p.163)

Para Gil e Valdés (1996) há consenso em torno da necessidade desta mudança dos trabalhos prático-experimentais, com vista à sua reorientação, deixando de ser meras ilustrações dos conhecimentos transmitidos e para passar a serem atividades de investigação permitindo o aprofundamento do consenso ou uma melhor compreensão das diferentes alternativas. Esta conclusão obriga os professores a analisar qual a metodologia a ser usada, de acordo com os seus objetivos. Nisso reside o verdadeiro mérito, valor, utilidade e importância do trabalho prático-experimental. Estes estudos experimentais obrigam os estudantes a participar ativamente na atividade, analisando e estudando o problema, envolvendo-se no planejamento, execução, coleta, interpretação, avaliação dos dados, e apresentando os seus resultados e as soluções possíveis, tanto de maneira escrita como oral (MIGUENS E GARRETT, 1991).

Mas não é de hoje que as atividades experimentais assumiram um caráter de importância no ensino de Ciências. No entanto, os estudos dos diversos aspectos relacionados à experimentação ainda se mostram importantes, uma vez que algumas das dificuldades dos estudantes no laboratório didático, bem como os efeitos dessa atividade, permanecem ainda sem uma definição clara. (MARINELI E PACCA, 2006, p. 497).

Barbosa et al. (1999, p. 105) indica a defesa por muitos autores do papel do ensino experimental, e a realização de experimentos no contexto do processo ensino-aprendizagem. É preciso que trabalhos experimentais tenham orientações adequadas para garantir autopreparação, o trabalho independente e em equipe, de modo a obter dos estudantes cada um dos conhecimentos, competências, habilidades e atitudes, tendo como produto final do processo um indivíduo capaz de integrar plenamente nas necessidades da sociedade contemporânea.

O laboratório de ciências pode ser um componente importante para a criação de um ambiente de aprendizagem que contribuam para alcançarmos algumas dessas metas curriculares. Porém a forma como as atividades laboratoriais são usualmente estruturadas, com o abuso de roteiros detalhados “tipo receita”, impede que possam contribuir para isso [...] (BORGES E GOMES, 2005, p. 73).

Os PCNEM (BRASIL, 2002a), sinalizam para que a área das Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio apresente interrelações, também organizem o

aprendizado de suas disciplinas, manifestando a busca de interdisciplinaridade e contextualização. E entre os objetivos educacionais amplos desse nível de ensino, uma série de competências humanas relacionadas a conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos, seja parte essencial da formação cidadã de sentido universal.

Dessa maneira tem-se colocado em foco o ensino como formador de habilidades e competências necessárias aos estudantes do ensino médio. A experimentação é uma estratégia de ação indicada nos PCN+ (BRASIL, 2002b) para o ensino de Biologia a experimentação para formação de habilidades e competência, afirmando sua presença na vida (cotidiano), e na escola. Invertendo a tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais e colocar essa ciência enquanto meio para expandir a compreensão sobre a realidade, percebendo e interpretando os fenômenos biológicos, como instrumento para orientar decisões e intervenções.

O processo ensino-aprendizagem da Biologia está compreendido em um conjunto de habilidades que se referem, em parte, aos trabalhos prático-experimentais e suas realizações no contexto escolar (GOLIN, 1991; VASCONCELOS et al, 2002; AMORIM et al, 2002; ÁLVAREZ E CARLINO, 2004; SAUVÉ; GOUVEIA E PEREIRA 2008; VIEIRA; BASTIANI E DONNA, 2009; BEREZUK E INADA, 2010).

O ensino de Biologia se caracteriza também pelo seu caráter experimental na compreensão dos fenômenos da vida. O trabalho prático-experimental é destacado ainda nos PCN+ (BRASIL, 2002b) para a formação de habilidades e competências. Nestes documentos sugere-se a formação de diversas habilidades e competências gerais nas distintas áreas da Biologia, destacam-se, no entanto aquelas relacionadas com a experimentação:

- a) Representar dados obtidos em experimentos, publicados em livros, revistas, jornais ou documentos oficiais, na forma de gráficos, tabelas, esquemas e interpretá-los criticamente. Por exemplo, transformar em gráficos, as estatísticas de saúde pública referentes à incidência de doenças infecto-contagiosas em regiões centrais de grandes centros, comparando-as com as de regiões periféricas. Correlacionar esses dados com outros relativos às condições socioeconômicas e aos índices de escolarização desses habitantes e interpretar essas correlações

- b) Interpretar indicadores de saúde pública e de desenvolvimento humano tornados públicos na mídia para compreender seu significado e a condição desigual de vida das populações humanas.
- c) Utilizar-se de diferentes meios – observação por instrumentos ou à vista desarmada, da experimentação, da pesquisa bibliográfica, de entrevistas, da leitura de textos ou de resenhas, de trabalhos científicos ou de divulgação – para obter informações sobre fenômenos biológicos, características do ambiente, dos seres vivos e de suas interações estabelecidas em seus hábitat.
- d) Analisar dados relacionados a problemas ambientais como a destinação do lixo e do esgoto, o tratamento da água, a ocupação dos mananciais, a poluição dos rios das cidades brasileiras para avaliar as condições de vida da população e posicionar-se criticamente por meio de argumentação consistente.
- e) Identificar em experimentos ou a partir de observações realizadas no ambiente, como determinadas variáveis – tempo, espaço, temperatura e outras condições físicas – interferem em fenômenos biológicos, como por exemplo, a influência da temperatura no crescimento de microrganismos e no metabolismo dos seres vivos, da salinidade do meio para as trocas de nutrientes ou trocas gasosas, da exposição da planta ao Sol na sua reprodução e propor maneiras para controlar os efeitos dessas variáveis.
- f) Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório ou que envolvem um universo grande para solucionar problemas tais como: prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias ou estabelecer relações entre hábitos pessoais e culturais e desenvolvimento de doenças.
- g) Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos. Por exemplo, confrontar as hipóteses dos alunos sobre a origem da vida com as apresentadas pela ciência; antecipar os resultados de um experimento que esteja avaliando a influência de fatores ambientais – luz, umidade, temperatura - na germinação de sementes e compará-los com os dados experimentais.
- h) Fazer uso de escalas para representar organismos, parte deles e estruturas celulares.

Numa análise das competências e habilidades indicadas no PCN+ (BRASIL, 2002b) relativos à experimentação em Biologia fica evidente a relação intrínseca com a

necessidade da medição no trabalho prático-experimental. Relação esta, diga-se, não só na Biologia, como também, para as outras ciências naturais. A medição surge como elemento importante do trabalho experimental e conseqüentemente da educação científica. Seu uso por outro lado não está presente apenas no contexto científico, medir é também social está presente no contexto cotidiano.

Todo este intenso processo de criação científica desenvolvimento tem suscitado diferentes e importantes temas científico-sociais, éticos, morais, que influenciam diretamente no cotidiano e nos hábitos de vida das pessoas, estas necessitam cada vez mais socialmente conscientes e competentes na sociedade tanto no nível profissional e socioeconômico como no nível pessoal.

A Biologia passa também por um intenso processo de transformação, com o desenvolvimento dos estudos relacionados às áreas de Biologia Celular e a Genética e seu papel nas funções vitais, repercutindo nas áreas da agricultura e da produção de alimentos, na tecnologia, na saúde, e no meio ambiente. Nesse cenário a Biologia deve auxiliar na avaliação de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias (como a manipulação do DNA e de clonagem) que envolve a interferência humana no ambiente.

O grau de alfabetização biológica permite aos cidadãos compreender com uma visão de todas as questões sobre o futuro da espécie humana em suas relações e interações sociais e ambientais. Desse grau de conhecimento depende a clareza para se posicionar e responder sobre os supostos benefícios oferecidos, considerando a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa, e estabelecendo opções acerca de suas implicações de natureza ética, ideológica, política, econômica, social e ambiental. É uma ciência que exerce uma função proeminente na elaboração da sociedade e da cultura, tornando-se um elemento essencial na educação dos cidadãos.

Aprender a medir é fundamental para reconhecer e de identificar as propriedades mensuráveis dos objetos, escolher instrumentos de medidas, e identificar unidades e estabelecer comparações tanto no contexto de trabalho experimental (importante até para seu o sucesso). A utilização de experimentação e da medição faz parte da elaboração de conhecimentos sobre o mundo feito pelas ciências naturais. Assim, pode-se dizer que a medição é importante não só dentro de um laboratório, mas também para as ciências como o todo (MARINELI, 2007), ressaltando que todas as ciências naturais (e em alguns momentos nas sociais e humanas) têm como base a medição.

A importância da medição não está apenas no contexto científico e para os cientistas, é também presente na vida cotidiana e para a população em geral. Cotidianamente seu uso é extenso, desde um médico antes de receitar, solicita exames laboratoriais que podem revelar a ele exatamente se há e qual é a carência do paciente, saber qual é a massa do paciente para adequação da dose de medicamento a ser administrado, saber o número de colônias numa infecção, ou número de hemácias, plaquetas, dos leucócitos (células sanguíneas) são fundamentais para o médico num dado momento. Um engenheiro agrônomo faz a análise laboratorial do solo para definir se há necessidade de correções, quais e quanto de corretivos deverá aplicar para que a colheita seja maior e melhor. As pessoas de um modo geral quando vão aos supermercados ou feiras e devem prestar atenção nas massas dos produtos quando da medição na balança, ou da temperatura de armazenamento dos produtos alimentícios, saber a temperatura corporal, o valor da pressão arterial, ou os níveis de glicose e triglicérides no sangue, entre outros exemplos da presença da medição em contextos sociais.

A falta desta habilidade em qualquer contexto fica-se à mercê de decisões empíricas, “achismo”, confia-se numa presumível intuição que quase sempre erra, prejudicando a tomada de decisões. Sem ter uma mensuração num problema, dificilmente desenvolvem-se ações eficazes para a sua solução. Quando um fenômeno qualquer é medido permite conclusões e facilita as tomadas decisões a respeito dele.

Nos PCNEM (BRASIL, 2002a), a habilidade de medir aparece em diversas habilidades necessárias às ciências naturais, quais sejam:

- a) Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados;
- b) Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos;
- c) Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;
- d) A seleção e a correta utilização de instrumentos de medição e cálculo, de escalas para representar organismos, parte deles e estruturas celulares;
- e) Estimativas, tratamento estatístico na análise de dados coletados, entre outros, por meio das atividades práticas e experimentais;

- f) Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos.

Essa indicação dos documentos oficiais quanto à medição revela a importância da sua formação na escola. Expõe também, a atenção que se deve ter com seu ensino e sua aprendizagem. O ensino médio é o nível escolar que finaliza (como etapa final) a educação básica, sua conclusão coincide com a idade em que os jovens estão ingressando no mercado de trabalho, ou mesmo, continuam prosseguindo em seus estudos, objetivando uma profissão técnica ou graduação. Nesse nível os estudantes necessitam das habilidades e competências para sua inserção na sociedade. O ensino médio ainda busca uma preparação para o vestibular, sem desenvolver e formar habilidades (como a de medir) e competências.

Marineli (2006) em pesquisa com estudantes de um curso de laboratório do Instituto de Física da USP analisou o entendimento de conceitos típicos de um experimento de Física, como medida, incerteza, entre outras. E numa análise qualitativa do conteúdo dos relatórios demonstrou que as medidas eram quase sempre representadas de forma incorreta e, quando corretas, tinham uma interpretação equivocada: considerando que as medidas deviam ser exatas, ou não refletindo características completamente definidas dos objetos ou fenômenos, ou não considerando a influência de quem as realiza ou a influência do instrumento de medida. Esse autor indica dois trabalhos de diferentes pesquisadores: um de Séré et al (1993) o outro de Medeiros (1995). Este apresentando em sua pesquisa algumas das dificuldades dos estudantes de um curso de laboratório na Universidade Federal da Paraíba, dentre estas, a dificuldade no entendimento do que seja um algarismo significativo ou do significado de uma incerteza; aquele diz respeito às pesquisas com laboratório didático, que concluíram, entre outras coisas, que os estudantes não entendem a necessidade de fazer várias medições, e de calcular as incertezas.

Sobre a metodologia para o ensino da medição Laburú; Silva e Sales (2010) indicam que diversos estudos vêm concentrando seu interesse nas representações precárias sobre medição de estudantes, nos momentos de instrução, com orientações instrucionais fundamentadas no teste de hipóteses ou aplicação de um paradigma, de inclinações, respectivamente, popperiana e kuhniana, ou, possivelmente, segundo orientações verificacionistas ou indutivistas mais comuns e criticáveis. Os autores continuam mencionando que essas representações são encaradas com dificuldades pelos docentes.

Entretanto apesar das dificuldades uma das ações que um professor pode esclarecer aos estudantes as ações necessárias para realizar medições nos trabalhos prático-experimentais, ensinando nessa oportunidade a medir. A familiarização com medidas permitirá ao estudante maior domínio no uso de dados, seja sobre trabalhos experimentais, ou sobre a realidade.

Após a aprendizagem do procedimento de medir o estudante identifica uma grandeza, tem clareza do que são variáveis e quais são as que serão usadas, o porquê de optar por realizar várias medições, o erro e as incertezas dessas medições considerando as condições particulares do experimento. Em qualquer contexto o estudante carece ser consciente que se deve extrair do processo de medida um valor adotado como melhor na representação da grandeza e ainda um limite de erro dentro do qual deve estar compreendido o valor real.

Com a rápida ampliação do conhecimento e as novas exigências impostas pelas mudanças da sociedade com reflexo direto na educação e uma reviravolta nos processos ensino-aprendizagem, remete e carece também colocar em evidência para reflexão: como essas exigências chegam aos professores e aos alunos?

No caso dos professores pode ser através de cursos de formação inicial e continuada. Lima (2004) e Santos (2005) mostram que ao longo da história da educação brasileira, nunca a formação de professores foi considerada tão importante, e tão intensamente discutida, com publicações e pesquisas acontecendo, caracterizando o surgimento de novos referenciais, novas perspectivas e expectativas por parte daqueles que ainda acreditam e desejam uma escola melhor, com a superação de velhos problemas no campo educacional. Entretanto a discussão sobre formação de professores embora fundamental, não é objeto de pesquisa desta dissertação, não obstante se reconheça a importância desse tema.

Para os estudantes essas mudanças chegam através dos concursos de admissão (vestibular, e principalmente Exame Nacional do Ensino Médio), em função disso, um material didático específico de certo modo reflete as mudanças, um material presente nas salas de aula de todo o país, distribuídos gratuitamente (pagos com recursos dos impostos arrecadados) pelo governo federal do Brasil e é acessível e de uso tanto dos docentes, quanto dos discentes – O Livro Didático (LD).

Theodoro; Kasseboehmer e Ferreira (2011) descrevem que o ensino de Ciências nas escolas iniciou-se no começo do século XIX, e dessa inserção até os dias atuais, foi constantemente acompanhado de uma dualidade entre concepções sobre a função do

livro didático: uma é a de que este deveria ser nos moldes acadêmicos, transmitindo-se definições e o papel dos experimentos nesse tipo de abordagem de ensino, deveria auxiliar na resolução de problemas cotidiano dos estudantes.

De 1838 até metade do século XX as concepções tomadas pelo governo sobre o ensino de Ciências estavam afinadas com as concepções existentes na Europa e nos EUA, voltadas para uma realidade e necessidades daqueles países, em detrimento da realidade e necessidade dos estudantes brasileiros, relatam Theodoro; Kasseboehmer e Ferreira (2011). Além disso, continuam os autores, os livros didáticos eram adaptações ou traduções dos materiais europeus, que contribuíam muito para o acúmulo de conhecimento.

Garcia (2012) sinaliza para o importante papel no espaço escolar que o livro didático tem desempenhado, desde longa data. No sistema brasileiro de ensino, o livro didático na opinião de Freitag, Motta e Costa (1993) se constitui para o professor num roteiro de trabalho para o ano letivo, coopera com seu planejamento, na organização e sistematização de suas tarefas de sala de aula e para os estudantes ocupa um grande período em sala e em casa na realização das tarefas escolares. Para os autores são importantes a consciência e a responsabilidade do professor em relação à escolha do livro didático.

O livro didático é um objeto cultural (LOPES 2010) é antes de tudo, uma mercadoria, um produto do mundo da edição (CHOPPIN, 2004) que obedece à evolução das técnicas de fabricação e comercialização pertencentes à lógica do mercado (BITTENCOURT, 2004). Todavia, se apresenta também como um material que contém os conhecimentos historicamente produzidos e sistematizados em conteúdos escolares indicados pelas propostas curriculares, dando apoio para a organização dessa proposta de currículo na maioria das instituições de ensino básico do Brasil. Nas palavras de Choppin (2004): “suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações” (p. 553). Ossak e Bellini (2009) destacam que o livro didático é uma das fontes da informação científica utilizada em sala de aula, por uma série de dimensões políticas na escola: “excesso de aulas, a não institucionalização de aulas práticas nas escolas, a supremacia política dos livros didáticos como recurso exclusivo do docente entre outras” (p.3).

Vários trabalhos enfatizam que há décadas (SILVA; ALVES E GIANNOTTI, 2006; ALMEIDA; SILVA E BRITO, 2008), o livro didático é tido como principal

recurso de ensino-aprendizagem, se não o único, (PIMENTEL, 1998; NÚÑEZ et. al. 2003; MEGID NETO E FRACALANZA, 2003; BRAGA, 2003; VASCONCELOS E SOUTO 2003; BITTENCOURT, 2004; CASSIANO 2004; CHOPPIN 2004; SELLES E FERREIRA, 2004; AMARAL, 2006; MARTINS 2006, SILVA; ALVES E GIANNOTTI, 2006; CASTRO et. al., 2007; BARROS E HOSOUME 2008; CONCEIÇÃO ET. AL. 2009; BAGANHA, 2010; MARPICA E LOGAREZZI, 2010; ZAMBERLAN E SILVA 2010; SANTOS; BAGANHA; GONZALEZ E BOAL, 2011; SANTOS; TERÁN E SILVA-FORSBERG, 2011), do qual professores e alunos fazem uso, com ou sem erros, conceituais e de conteúdo.

Almeida; Silva e Brito (2008) destacam que os docentes da educação básica, têm evitado adotar fielmente os livros didáticos postos no mercado, na forma como concebidos e disseminados por autores e editoras. De acordo com os autores os professores têm realizado adaptações nas obras, tentando ajustá-las à sua realidade escolar e às suas convicções pedagógicas, entretanto ressaltam que eles consideram que essas adaptações usualmente introduzem erros e equívocos nas obras editadas.

Ao longo dos últimos anos o LD o livro didático tem despertado o interesse de boa parte dos pesquisadores da educação. Santos (2007) realça que essa importância pode ser comprovada quando se pesquisa a produção disponível sobre o Livro Didático, seja do ponto de vista de livros e artigos, seja do ponto de vista de dissertações e teses sobre a temática.

Esse fato pode ser observado pelo aumento de artigos relacionados ao seu estudo e análise (CHOPPIN 2004; CASSAB E MARTINS, 2003; SANTOS, 2007; GONÇALVES et. al. 2007; ZAMBERLAN e SILVA 2010; BAGANHA; GONZALEZ E BOAL 2011), vêm por isso gerando várias modificações (SILVA; ALVES E GIANNOTTI, 2006) principalmente após 1996 quando as primeiras avaliações foram realizadas pelo MEC nos livros didáticos do ensino fundamental inicialmente e em seguida no ano 2000 do ensino médio.

Essas mudanças observadas nas coleções didáticas são tentativas de atender as propostas pedagógicas estabelecidas nos documentos oficiais, também de certo modo, atender a melhoria apontada pelos resultados dos trabalhos de pesquisas realizados nessas coleções apontando erros conceituais, visões distorcidas da ciência, entre outras.

As reformulações para a educação brasileira orientadas nos documentos oficiais (PCNEM, PCN+, OCNEM) estabelecem cada vez mais uma educação pautada na interdisciplinaridade, contextualização e no desenvolvimento de competências e

habilidades, o que, de um modo geral, o livro didático não tem conseguido alcançar (BARROS E HOSOUME, 2008).

Garcia e Bizzo (2010) relatam que o livro didático de ciências tem sido estudado em vários lugares do mundo, e citam o agrupamento desses estudos executados em quatro categorias elaborada por Taskin (2007), quais sejam:

- a) conteúdos;
- b) concepções educacionais;
- c) apresentação visual;
- d) linguagem contida no material.

Não obstante, Choppin (2004) reúne as pesquisas sobre livro didático apenas em duas categorias, sendo:

- a) livro didático como documento histórico - para avaliação dos conteúdos na procura por forma de apresentação de conteúdos específicos, a ideologia num dado momento histórico de um determinado tempo, ou as que se relacionam exclusivamente com o conteúdo ensinado;
- b) livro didático como um objeto físico – não considera os conteúdos e avaliam temas como fabricação, comercialização, distribuição ou usos do material.

Os estudos sobre o livro didático no Brasil apontam para diversas linhas de pesquisa, incluindo desde sua concepção como produto cultural e veículo de valores ideológicos e culturais, passando por objeto do mercado editorial, suporte de conhecimentos, objeto físico e, também, como documento histórico (BAGANHA; GONZALEZ E BOAL, 2011). Garcia e Bizzo (2010) sinalizam que a maior parte das pesquisas ocorridas relaciona-se à área de conteúdos em temas sobre os erros conceituais, a ideologia contida nos materiais, a imagem da ciência.

Em Biologia as pesquisas sobre livro didático se concentrados nos conteúdos conceituais (EL-HANI E KAWASAKI, 2002; GOMES et.al. 2002; FERREIRA E JUSTI 2004; SELLES E FERREIRA 2004; SILVA 2005; BELINI, 2006; DIAS E ABREU, 2006; SILVA; ALVES E GIANNOTTI 2006; XAVIER; FREIRE E MORAES, 2006; CASTRO et. al. 2007; SANTOS et.al 2007; ALMEIDA; SILVA E BRITO, 2008; BRITO et. al 2009; CONCEIÇÃO et.al 2009; SALES E LANDIM 2009; SILVA, et.at 2010; SILVA; ALMEIDA E SILVEIRA 2010; VIEIRA; ZUCON; SANTANA 2010; ZAMBERLAN E SILVA 2010; FRANÇA; MARGONARI; SCHALL 2011; LOPES; CAIAFA E LHANO 2011; SANTOS; TERÁN E SILVA-

FORSBERG 2011; TAVARES; FERNANDES E FONSECA 2011; TEIXEIRA; SIGULEM E CORREIA 2011; MARTINS; SANTOS E EL-HANI, 2012).

Estudos que enfoquem processos de seleção do livro por professores (SÁNCHEZ BLANCO E VALCÁRCEL PÉREZ, 2000; FERREIRA E SELLES 2003; MEGID NETO E FRACALANZA, 2003; VASCONCELOS E SOUTO, 2003; SOARES E ROCHA, 2005; AGUIAR JR. 2006; LEÃO E MEGID NETO, 2006; SANTOS, 2007; SPIASSI, 2008; MEDEIROS E GOULART 2010), ou que investigam aspectos do uso do livro didático no espaço escolar (MACHADO, 1996; MOGILNIK, 1996; CORRÊA, 2000; CAMPANARIO 2001; CASSIANO, 2004; AZEVEDO, 2005; CARNEIRO; SANTOS E MÓL, 2005; CASSAB E MARTINS, 2008; BAGANHA E GARCIA 2009; CURY, 2009; MANTOVANI, 2009; SIGANSKI; FRISON E BOFF, 2009; BAGANHA, 2010; MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, 2011) como também aqueles que discutem sobre os processos de seleção do livro por professores são, de acordo Cassab e Martins (2003), em menor número.

Existe também uma ampliação do escopo do interesse de alguns pesquisadores da área de Educação em Ciências pelo livro didático, em especial, daqueles que vêm problematizar a questão da linguagem nestes/destes materiais (BRAGA, 2003; BELINI, 2006; MARTINS, 2006).

Garcia e Bizzo (2010) ressaltam a escassez de pesquisas direcionadas para a compreensão de outros aspectos tais como: desenvolvimento histórico do material, edição escolar, relação do livro didático com o âmbito escolar, escolha do livro pelos professores, recepção e uso por parte dos estudantes, relação dos docentes com o material, formação de professores para o uso, modos de uso na sala de aula e possíveis formas de inovação no ensino.

O livro didático se constitui em um importante recurso, se não, o mais importante recurso utilizado por alunos e professores no processo ensino aprendizagem (NÚÑEZ et. al. 2003). Além disso, o livro didático é a principal fonte de informação impressa utilizada por boa parte da população, principalmente as de baixa renda (SANTOS, 2007). Diante dessa importância, precisa-se analisar atentamente as abordagens didáticas apresentadas nas coleções sobre os trabalhos prático-experimentais, pois estas são referenciais importantes à prática dos professores.

## 1.1 O problema

No ensino das ciências naturais se devem prover aos estudantes, em um nível adequado, com considerações científicas acerca do mundo natural e tecnológico, sem esquecer as consequências de ordem ambiental e social, decorrentes daquele último (LABURÚ E BARROS 2009). É fundamental destacar que os conhecimentos das ciências naturais envolvem também o modo como os conceitos adquirem seus significados e sustentáculo empírico.

De acordo com as novas exigências para a educação científica dos estudantes do ensino médio a formação de habilidades e das competências integrando em conhecimentos, atitudes e valores. Situada na aquisição da competência interação com o mundo físico, com a finalidade de um ensino de ciências, integrado ao compromisso político, à ética e à autonomia intelectual dos alunos.

Mäntylä e Koponen (2007) mostram que formação das quantidades por meio de experimentos quantitativos não é vista frequentemente pelos professores como parte da compreensão conceitual, nem ao menos é tratada como uma parte não problemática desta (p. 151-152).

Sobre as pesquisas com relação à experimentação Borges; Gomes (2005) escrevem:

Raras são as pesquisas sobre como os estudantes lidam com estas questões e mais raras ainda são aquelas que têm situações reais de sala de aula ou laboratório como contextos. Devido a essa escassez de pesquisa na área, ainda pouco se sabe sobre o entendimento e o domínio dos estudantes sobre certas habilidades relacionadas ao processo de investigação científica que são cruciais para a obtenção de uma solução satisfatória de um problema prático e que podem comprometer seriamente a validade e qualidade de suas afirmações sobre tal problema. (BORGES E GOMES, 2005, p.74).

Laburú e Barros (2009) fazem uma reflexão do processo de medição na escola, e as análises mostram que o processo de medição é um assunto de difícil compreensão para os estudantes. E quando defrontados com a necessidade de realizar ou analisar medidas, estes sujeitos manifestam diversas representações antagônicas à visão científica.

No entendimento de Laburú e Barros (2009) qualquer que seja os objetivos instrucionais (teste de hipóteses ou na aplicação de um paradigma, com orientações verificacionista ou indutivista) envolve uma confrontação ou comparação de teoria e evidência, sugerindo que se estabeleçam relações entre variáveis, processamento de dados na direção de a uma conclusão. Reforçam como uma preocupação que não pode

ser desprezada quando de um ensino que envolva medição em atividades experimentais tais como nas disciplinas das ciências naturais.

Essa dificuldade apresentada pelos estudantes em saber medir num experimento, é decorrente da falta de abordagem desse tema, todavia é uma habilidade necessária tanto para a formação dos cientistas, quanto para o cidadão em suas respectivas profissões e no seu cotidiano.

A medição é um assunto de extrema relevância social, pois medir permite uma relação de compreensão do mundo físico e a integração entre os conhecimentos elaborados, considerando ainda que sua utilização é diária.

Mesmo para pessoas analfabetas ou alfabetizadas, que já possuem seus próprios sistemas de medição, se apropriar dessa habilidade é de muito valor, pois a utilizam em diversos momentos, em situações de mensuração de volume, massa, comprimento, tempo, temperatura, perímetro, área. Esse tema é também transversal, fundamental para a apropriação de conhecimentos e resolução de situações-problema pela via experimental na Física, Química, e na Biologia (PEREIRA, 2009).

Garcia (2012) assinala que vários aspectos da experiência escolar são afetados pela presença dos livros nas salas de aulas: o ensino, os métodos, a avaliação, a imagem dos professores, o conhecimento, dentre outros. Ademais continua o autor, na perspectiva da pesquisa, é insuficiente o que se conhece sobre esses temas, ou seja, “são pouco conhecidas as condições pelas quais eles afetam a vida escolar” (p.146).

Krasilchik (2004) adverte sobre a questão do conteúdo e ideologia contidos no livro didático, dos valores subjacentes implícitos nos textos e nas ilustrações, mensagens que podem ser transmitidas pelos livros, amparados inadvertidamente pelo professor, como parte do currículo latente como um excesso na valorização da ciência e do cientista.

Cassab e Martins, (2003) revelam após um levantamento dos trabalhos apresentados nos principais congressos da área entre 1997 e 2003 uma desproporção entre o número de trabalhos que discutem a forma de apresentação dos conteúdos e aqueles que indicam ou expõem investigações acerca de outros aspectos, entre esses à compreensão da natureza da ciência, do papel e dos usos do livro didático de ciências, tanto em termos específicos, tais como sua linguagem, padrões de apresentação gráfica, práticas de utilização em sala de aula, quanto em termos mais gerais, como políticas para livros didáticos e ideologias veiculadas pelos textos.

Fracalanza e Megid Neto (2006) indicam que a escolha do livro didático como objeto de investigação sugere emanar de dois aspectos, um deles relacionado ao aumento do número de vagas nas escolas de Ensino Básico a partir dos anos 60 e, por conseguinte, o aumento do número de professores e, para maioria desses, o livro didático passou a ser o principal instrumento de trabalho; o outro aspecto se refere ao novo cenário de estudantes das escolas públicas, a maioria deles oriundos de famílias de baixa renda, e assim consequentemente o governo passou a comprar e distribuir gratuitamente os livros didáticos.

Garcia (2012) faz a seguinte apreciação:

[...] é razoável se pensar que a distribuição universalizada de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio, ocorrida na última década, deve ter trazido para o interior das salas de aula uma série de situações que, por serem recentes, ainda necessitam ser estudadas, tendo em vista que na maior parte das escolas públicas, anteriormente, eram raras as situações em que os alunos possuíam livros didáticos (GARCIA, 2012, p. 147).

Lopes (2010) enfatiza que ao se referir aos textos dos livros didáticos hoje, remete à noção de conjunto - texto e imagem - construída pela intenção de quem produz estes textos em fazer crer na sua visão e no seu recorte do universo.

Oliveira (2010) na sua pesquisa verificou que as atividades experimentais fazem parte da vivência no percurso formativo dos professores pesquisados. Dos 19 docentes entrevistados da rede estadual de educação do RN, 10 tiveram vivências com essas atividades através do LD, enquanto nas escolas federais (IFRN) 7 de 12 professores. Outro dado apresentado nesse trabalho é para o fato que 33,33% dos docentes do IFRN e 9% dos atuantes na rede estadual relataram que uma das dificuldades para realização de atividades experimentais, é o fato dos livros didáticos trazerem poucas práticas.

Um desses aspectos com poucos estudos sobre livros didáticos de Biologia são aqueles relacionados ao trabalho-prático experimental. Não são frequentes trabalhos de pesquisas relacionando livros didáticos e trabalhos prático-experimentais.

Encontrou-se o trabalho de Goldbach et. al. (2009) nas quais se buscou identificar o enfoque pedagógico e/ou metodológico dos trabalhos prático-experimentais.

Pedroso; Amorim e Rosa (2009) fizeram pesquisa a respeito das atividades experimentais em genética que foram propostas em livros didáticos de Biologia analisando: quantidade de AE propostas para o assunto de genética; a estruturação das atividades experimentais apresentadas pelos autores nas coleções didáticas; o conteúdo

dos textos em comparação com a proposta teórico-metodológica da obra; as diferenças e semelhanças entre as atividades experimentais propostas e o discurso nos textos do manual.

Rodrigues e Terrazzan (2011), que investigaram sobre as atividades didáticas experimentais: a localização; a estrutura conceitual da Biologia ao qual se refere; indicação de local para realização; tipo de material necessário para a realização; necessidade de manipulação de dados numéricos para se efetivar a realização; participação do aluno na manipulação do aparato experimental; tipologia.

Os livros didáticos de Biologia tem distribuição universalizada e gratuita de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio das escolas públicas, são ferramentas básicas, como instrumento referencial de apoio ao trabalho docente.

Santos (2007) assinala para o fato de que o livro precisa ser entendido na sua relação com a práxis docente, determinada no seu contexto, destacando o papel proveitoso e essencial do docente com relação ao livro didático.

Os livros didáticos de Biologia influenciam tanto a formação dos estudantes ao refletirem determinadas concepções de Ciências e de seu ensino, quanto na atividade profissional dos professores apontando conteúdos, indicando estratégias de ensino como a realização de trabalhos prático-experimentais, e que ainda precisam ser melhor estudadas.

O trabalho prático-experimental na educação científica e no contexto do ensino de Biologia se constitui num objetivo chave. Nessa perspectiva propõe-se então uma investigação tendo como objeto de estudo, os trabalhos prático-experimentais apresentados nos livros didáticos de Biologia.

## **1.2 Objetivos**

- 1- Caracterizar os trabalhos prático-experimentais nos livros didáticos de Biologia;
- 2- Elaborar categorias para caracterizar os trabalhos prático-experimentais nos livros didáticos de Biologia;
- 3- Identificar como os livros didáticos de Biologia abordam a medição no contexto dos trabalhos prático-experimentais.

## **1.3 Organização da dissertação**

A dissertação está organizada em 7 capítulos, com uma Introdução e demais capítulos assim articulados:

O capítulo 2 intitulado A medição e os trabalhos prático-experimentais, nas quais se subdivide em dois grandes tópicos. O primeiro é sobre o papel da medição na ciência em que se contextualiza a função destacada da medição para a afirmação e desenvolvimento da ciência moderna sistematizada por Galileu, como foi estabelecida como critério de cientificidade no século XIX na ciência Positivista. Até o entendimento desse procedimento como parte de uma teoria científica, para confirmar resultados previstos por estas, ou produzir contradições nesta possibilitando novas observações, experimentos e conhecimentos, funciona para interligar os fenômenos do mundo físico, como guia quantitativo de objetividade e precisão. O segundo faz-se uma discussão sobre a medição em trabalho prático-experimental, explicando os conceitos envolvidos nesse processo.

No capítulo 3 - O Trabalho prático-experimental, destaca-se a importância dessa atividade para o processo ensino-aprendizagem e na educação científica. Ainda nesse capítulo faz-se uma análise de como o trabalho prático-experimental foi incorporado em diversos períodos de desenvolvimento na disciplina de Biologia no Brasil, expõem-se também em cada momento, na perspectiva de aprendizagem vigente o papel atribuído ao TP/E.

No capítulo 4, O livro didático e o livro de Ciências faz-se uma análise e caracterização desse material didático, como ferramenta importante de uso na sala de aula, e o seu papel na educação. Relata-se seu percurso histórico no Brasil, desde traduções ou adaptações de livros europeus, sua elaboração no país influenciado pela abordagem de aprendizagem, no dado momento histórico. Como o Estado brasileiro tratou esse material, suas regulamentações e seu papel como maior comprador e distribuído de livros didáticos do mundo. Também se discute o estabelecimento do processo de avaliação das obras didáticas, e como se realiza esse processo nos LD de Biologia. O capítulo ainda apresenta uma discussão de como os professores realizam a seleção dos livros didáticos para aquisição do governo federal.

Em seguida no capítulo 5, é destinado a descrever a Metodologia utilizada para proceder a análise. A metodologia do trabalho tem natureza descritiva e interpretativa, e o método da pesquisa é baseado na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2002) usada para selecionar o material empírico, orientar análise. São elaboradas e definidas as categorias e subcategorias de análise, a organização dos dados.

No capítulo 6, Resultados e Discussões são apresentados os resultados das análises sobre o material empírico, quantificando, avaliando os resultados obtidos.

Por fim no capítulo 7, apresentam-se as Considerações Finais, as respostas para os objetivos elaborados a partir da investigação realizada e possíveis caminhos que apontam para a continuidade deste trabalho.

## **Capítulo 2**

# **O TRABALHO PRÁTICO- EXPERIMENTAL**

## **2 O TRABALHO PRÁTICO-EXPERIMENTAL**

A experimentação não é recente no âmbito escolar. Sua utilização no ensino remete a ideia proposta por John Locke (1632-1704) que a busca do conhecimento deveria ocorrer através de experiências, umas são resultantes do uso dos sentidos, enquanto outras são frutos da reflexão sobre suas ações. A partir disso, a experimentação teria objetivo de proporcionar ao aluno conhecimento.

No início do século XIX, a experimentação foi influenciada pelo trabalho realizado nas universidades, e visava confirmar uma teoria já ensinada com uma expectativa de demonstração. As atividades eram desenvolvidas no laboratório, e procurava por melhoria na aprendizagem do conteúdo científico.

No Brasil, a atividade de experimentação no ensino é mencionada nas cartas em que Luiz Antônio Verney (1746-1747 - filósofo, teólogo, padre, professor e escritor português, colaborou no processo de reforma pedagógica de Portugal, no reinado de D. João V) criticava o ensino ministrado pelos jesuítas (AMARAL E PEREIRA, 2005). As autoras citando Carvalho e Martins (1998, p. 141) indicam que tais cartas, intituladas “O Verdadeiro Método de Ensino”, recomendando o “abandono à metafísica” e instigavam a “valorizar a experimentação”.

A admissão da atividade de experimentação se deu simultaneamente com o desenvolvimento da própria Ciência. Diante das transformações tecnológicas presenciadas nos últimos cento e cinquenta anos, o ensino de Ciências foi concebido para atender às demandas históricas do capital industrial, locomotiva do capitalismo mundial na transição do século XIX para o século XX. No século XX não há modificação no objetivo do trabalho experimental, mas mostrava uma particularidade: os trabalhos prático-experimentais eram separadas das exposições dos professores.

Atualmente se defende os trabalhos prático-experimentais como um tipo de atividade específica do ensino da ciência, importante e essencial no processo de ensino-aprendizagem como fundamental na formação integral dos estudantes, na qual se associa o autor deste trabalho.

Os trabalhos prático-experimentais são de potencialidade educativa acentuada que têm sido amplamente reconhecida (GARCIA BARROS E MARTINEZ LOSADA 2003). Proporciona e facilita à aprendizagem de importantes habilidades científicas, como a observação, a formulação de hipótese, análise, medição e interpretação dos resultados dessa medição (SANTOS, 1999). Atinge os objetivos das ciências naturais, porque permite aos estudantes visualizar em pequena escala muitos processos difíceis

de imaginar, contudo torna possível observar diretamente as reações, o que pode ser extremamente interessante para eles. Desenvolve o pensamento teórico e incentiva a objetividade, o trabalho coletivo, permitindo uma familiaridade com os fenômenos e com certos elementos técnicos, que são úteis para explicar a dinâmica da natureza com uma fonte prática de aquisição de conhecimento.

Além das experiências com os fenômenos naturais, é também chamada de experiência a provocação de um fenômeno ou processo em pequena escala, pelos próprios estudantes, em sala de aula ou de laboratório, para observação da reação que ocorre na amostra, medindo o tempo, para perceber as alterações em curto através da criação de certas condições, o controle das variáveis que afetam o fenômeno ou processo, e analisar alguns resultados no sistema montado.

Na opinião de González; Pérez e Escartín (2003) se pode entender um experimento ou trabalho experimental “como a reprodução da realidade em situação de máximo controle das variáveis” (p.2)

Ao abordarem tema trabalho prático ou atividades práticas, trabalho laboratorial, trabalho experimental, os autores utilizam várias nomenclaturas. Neste estudo utiliza-se compartilhando com Santos (1999) a nomenclatura de trabalho prático-experimental. Para a autora o Trabalho prático-experimental (TP/E) é aquele que é baseado na experiência, no ato ou efeito de experimentar, ou no conhecimento adquirido pela prática, experimentar é por em prática, avaliar ou apreciar por experiência própria (SANTOS, 1999).

Nesta dissertação se assume que os Trabalhos prático-experimentais são atividades didáticas planejadas que vão além da simples observação, pode ser realizado a partir de fenômenos naturais ou com simulação da realidade (artificiais, provocados), que envolvem manipulação de equipamentos de materiais, construção de modelos, a elaboração e/ou execução de experimentos, controle de variáveis, desenvolvimento de habilidades, com o objetivo de compreender o mundo natural

Dessa maneira o trabalho prático-experimental pode revestir-se de vários formatos, e professor de ciências deve variar na escolha dos diferentes tipos de trabalho experimental, pois, cada qual permite atingir diferentes objetivos.

Caamaño (2003) faz uma classificação de trabalho prático baseada em propostas de outros autores como Woolnough; Allsop (1985), e Gott; Welfordy Foulds (1988), e modificada a partir de diferenciação feita entre os dois tipos de exercícios e os dois tipos

de investigação: Experiências; Experimentos ilustrativos, Exercícios práticos e Investigações.

Thomaz (2000) argumenta que quando os trabalhos prático-experimentais se constituem numa tarefa vaga, sendo estruturadas para seguir passo a passo um protocolo muito orientador (procedimentos rotineiros), sem oportunidades (inibidoras) para o desenvolvimento de capacidades criativas são desinteressantes, pouco motivadoras e transformam-se numa tarefa enfadonha. Deste modo, continua a autora, os estudantes não vêm interesse nelas, sente-se “obrigados” a realizá-las e consideram essas atividades, bem como, os relatórios exigidos em seguida como “perda de tempo”.

Nos trabalhos prático-experimentais de modo ideal, não pode haver interesse apenas na confirmação ou refutação de teorias, ou hipóteses, em detrimento do potencial educativo que possui. Sua utilização deve considerar o desenvolvimento de habilidades de necessárias aos estudantes tanto nos seu cotidiano, quanto em atividades profissionais no futuro.

Passos et. al. (2009) reforça que o trabalho prático-experimental exige o contínuo levantamento de hipótese e a sua verificação, bem como a manipulação quantitativa de variáveis, que são características do pensamento formal, sendo que raramente essa habilidade está plenamente desenvolvida nos alunos de ensino médio e das séries iniciais dos cursos de nível superior.

Ao propor trabalho prático-experimental objetiva-se conduzir os estudantes a compreender os conceitos científicos, bem como, desenvolver seu raciocínio lógico e estimulando suas capacidades individuais como criatividade, iniciativa, desenvolvimento de estratégias, como também, interpessoais quando se realiza trabalho em grupo, como comunicação, liderança, argumentação.

Os trabalhos prático-experimentais podem favorecer de acordo com Silva e Núñez (2002) uma atividade cognoscitiva criadora desde que, não se utilizem tarefas reprodutivas, contudo investigativas e produtivas, nas quais possam ser construídos e empregados os conhecimentos aprendidos. Reforçam: “a ciência como atividade humana pode ser considerada um dos resultados da capacidade de o homem, desenvolver habilidades na solução de problemas, que contribuem com o desenvolvimento de novas atitudes” (SILVA E NÚÑEZ, 2002, p.1203). Assim sendo os trabalhos prático-experimentais devem ser desafios intelectuais estimulantes que os auxiliem os estudantes a agir ativamente de uma maneira mais científica na sua vida como profissionais e também como cidadãos.

Não se deve entender o trabalho prático-experimental como um processo que ocorre de maneira linear (observação de fenômenos ou fatos para o campo das ideias), contudo se processa num modo investigativo, que podem ser estruturado de distintas maneiras com diversidade de métodos, nas quais estão presentes a incerteza, a imprevisibilidade, a criatividade, a medição, os erros. São justamente esses aspectos do TP/E que colaboram na sua compreensão da situação inicial e a elaboração de um possível resultado final.

São nessas atividades que os estudantes demonstram suas competências, ao usarem os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) assimilados na forma de habilidades para utilizar teorias e modelos, na interpretação dos resultados obtidos, dando-lhes sentido, e transpondo para novas situações os conhecimentos adquiridos.

Os trabalhos prático-experimentais contribuem de modo importante para a educação científica, pois não apresentam a separação entre os conteúdos conceituais os procedimentais e atitudinais, e assim favorece a compreensão dos fenômenos, do significado dos conceitos teóricos e da natureza do trabalho científico, isto porque promove ambientes de debates abertos, respeitosos e livres. Deste modo impede a aprendizagem vazia de conteúdos, e automatizada acriticamente.

Aprender conceitos é assimilar generalizações numa rede de significados, a partir do pressuposto de que, compreender é entendê-los. Para a apreensão do significado de um objeto, se faz necessário observá-lo em suas relações com outros objetos ou conhecimentos, tecendo assim uma teia. Auxiliando no desenvolvimento máximo de suas capacidades de ordem cognitiva, afetiva, física, ética, bem como, de relação interpessoal e inserção social (LOPES E NÚÑEZ, 2011).

## **2.1 O ensino em Biologia o e trabalho prático-experimental**

Todo este intenso processo de criação científica desenvolvimento tem suscitado diferentes e importantes temas científico-sociais, éticos, morais, que influenciam diretamente no cotidiano e nos hábitos de vida das pessoas, estas necessitam cada vez mais socialmente conscientes e competentes na sociedade tanto no nível profissional e socioeconômico como no nível pessoal.

A Biologia passa também por um intenso processo de transformação, com o desenvolvimento dos estudos relacionados às áreas de Biologia Celular e a Genética e seu papel nas funções vitais, repercutindo nas áreas da agricultura e da produção de alimentos, na tecnologia, na saúde, e no meio ambiente. Nesse cenário a Biologia deve

auxiliar na avaliação de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias (como a manipulação do DNA e de clonagem) que envolve a interferência humana no ambiente.

O grau de alfabetização biológica permite aos cidadãos compreender com uma visão de todas as questões sobre o futuro da espécie humana em suas relações e interações sociais e ambientais. Desse grau de conhecimento depende a clareza para se posicionar e responder sobre os supostos benefícios oferecidos, considerando a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa, e estabelecendo opções acerca de suas implicações de natureza ética, ideológica, política, econômica, social e ambiental. É uma ciência que exerce uma função proeminente na elaboração da sociedade e da cultura, tornando-se um elemento essencial na educação dos cidadãos.

Neste cenário científico e tecnológico contemporâneo é impraticável e também contraproducente, que o ensino objetive apenas transmissão massiva de conhecimentos específicos. O papel do ensino de Biologia que também se distingue pelo seu caráter experimental na compreensão dos fenômenos da vida, no ensino médio é proporcionar aos estudantes conhecimentos (conceitual, procedimental e atitudinal) para que eles possam compreender o mundo, participando ativamente da sociedade atuando de modo consciente, utilizando os saberes aprendidos.

No contexto atual é imperativo que a escola prepare os estudantes para uma participação efetiva e democrática enquanto cidadãos, possibilitando o conhecimento, as habilidades e competências. Mas esse entendimento sobre o ensino da Biologia e dessa como disciplina particular, bem como, o papel do trabalho experimental nas aulas é resultado dessas mudanças e desenvolvimento da ciência, tecnologia e da sociedade.

O ensino de Biologia no Brasil e a realização dos trabalhos prático-experimentais acompanharam a tendência européia iniciada no século XX, que isolava essas atividades das aulas dos professores.

Krasilchik (2004) descreve que até a década de 1950 o ensino de Biologia no Brasil seguia o modelo aplicado na Europa. Um ensino tradicional, onde o papel dos professores era apenas reproduzir o conteúdo, transmitir os conhecimentos para isso, não carecia aulas experimentais. Esse modelo de caráter Positivista indicava que os conhecimentos científicos são neutros, verdadeiros e prontos. Ao estudante cabia a recepção passiva dos conhecimentos, que justificava as aulas expositivo-demonstrativas, com evidente estímulo à repetição e a memorização.

Nos EUA em função da “corrida espacial” e da guerra fria no final da década de 1950 e 1960 impeliu a necessidade de rever currículos e propor tornar o ensino voltado para a formação de novos cientistas. Para isso, Galiazzi et. al., (2001) informa que era preciso aprender a observar, registrar dados, aprender a pensar de forma científica, desenvolver habilidades e técnicas no manuseio do instrumental do laboratório, e ser treinado para resolver problemas.

Na ocasião os trabalhos prático-experimentais passaram a ser vistos como a solução para a disciplina de Ciências, pois, a partir delas, o aluno poderia identificar problemas e assimilar melhor o conteúdo, tirando suas próprias conclusões. Em função desse entendimento a atividade experimental começou a ter presença acentuada tanto nos projetos de ensino, quanto nos cursos de formação de professores (AMARAL E PEREIRA, 2005).

Então se inicia o método da aprendizagem por descoberta, ou melhor, redescoberta, um processo de característica empirista/indutivista, que se constitui numa simulação do método investigativo experimental, e o estudante seria estimulado a redescobrir os conceitos científicos típico das Ciências Naturais. Reforçaram-se a realização dos trabalhos prático-experimentais como uma estratégia para melhorar a compreensão dos conceitos estudados pelos estudantes.

Na prática a expectativa com o sucesso dessa proposta não ocorreu, porque a perspectiva dessa atividade dirigia o estudante apenas à redescoberta para formação de futuros cientistas e isso exigia a aprendizagem do procedimento de trabalho do cientista, entendido como “o método científico”, que apresentava uma sequência rigorosa de etapas predeterminadas.

A Biologia no país não existia como disciplina autônoma (TEIXEIRA, 2008), estando inserida na disciplina de História Natural, tinha uma visão fragmentada e não unificada, voltados para os estudos de botânica, zoologia e biologia geral, e ainda dividia espaço com Geologia, Petrografia, Mineralogia, Paleontologia. E nesses estudos de Biologia consideravam-se os vários grupos de organismos isoladamente, como também, suas relações filogenéticas, o papel das aulas práticas era objetivamente a ilustração das aulas teóricas.

Na década de 1960 Krasilchik (2004) relata que há um processo de alteração desse cenário, impulsionado por: um maior número de pesquisas científicas na área e o progresso da Biologia como ciência; um entendimento nacional e internacional da importância do ensino de ciências como gerador do desenvolvimento; e a Lei de

Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 4.024 de 20 de dezembro de 1961, que descentralizou as decisões curriculares, até então sob a tutela da administração federal.

O avanço no conhecimento biológico proporcionou uma nova abordagem de botânica, zoologia que passou do exame das diferenças para a apreciação dos fenômenos comuns aos seres vivos, isto conseqüentemente levou a inclusão de temas como ecologia, bioquímica, genética molecular e de populações.

A valorização do ensino de ciências (Biologia) se estabelece inicialmente no âmbito internacional, e Krasilchik (2004) descreve o que ocorreu nos EUA e na Inglaterra. Nos EUA uma organização de biólogos *American Institute of Biological Sciences* (AIBS) criou no final da década de 50 o *Biological Science Curriculum Studies* (BSCS), o primeiro grande grupo institucionalizado para a melhoria do ensino da Biologia cujos estudos serviram de base ou deram origem a novos projetos em diversos países. Na Inglaterra a fundação *Nuffield* segue na mesma direção de BSCS apoiou projetos para elaboração de cursos em dois níveis: o primeiro nível é o comum que objetivava entre outros aspectos, considerar a Biologia como parte do desenvolvimento da humanidade, ensinar a arte de planejar investigações científicas, formular questões e de organizar experiências; no segundo nível para os alunos mais adiantados apresentava entre outros os objetivos de: apresentar as ciências biológicas através da investigação dos seres vivos e do estudo do trabalho dos cientistas, desenvolver habilidades práticas e intelectuais necessárias à compreensão das Biologia.

No Brasil a autora cita que os esforços para melhorar o ensino de Biologia aconteceram através do Movimento de Renovação no Ensino de Ciências, no qual que apontavam a experimentação e a problematização como soluções para a melhoria do ensino no Brasil. Com iniciativa de um grupo de professores da USP, concentrados no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), e depois expandido para outros estados brasileiros e seus centros de ciências (RJ, BA, RS, PE e MG). O IBECC produzia material original, conjuntos de equipamentos para o ensino prático, folhetos com instruções para professores e alunos realizarem experimentos. Além disso, ainda adaptou dois projetos do BSCS dirigidos ao ensino médio amplamente difundido e de forte influência no ensino de Biologia. Apresentava-se em duas versões: iniciando com a azul que abordava os processos biológicos a partir do nível molecular; e seguindo com a verde que focava os estudos no nível de população e comunidade.

BSCS em função da diversidade de conteúdos e métodos empregados na Biologia sistematizou o curso em três versões diferentes de materiais, cada com abordagem distinta, mas com muitos conteúdos em comum, quais sejam: a Azul, focada no nível molecular, ou bioquímico; a Verde, que enfatizava o nível ecológico; e a Amarela, que enfocava o nível celular, ou genético. Além desses, uma versão dirigida especificamente para estudantes com dificuldades de aprendizagem, intitulado *Patterns and Processes* (LORENZ, 2008).

Barra e Lorenz (1986) relatam que 1966, o IBECC recebeu financiamento da Fundação Ford para o treinamento de líderes para atuar nos seis Centros de Ciências criados em 1965, pelo MEC (em Recife, Porto Alegre, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador). Nesses centros continuam os autores, visava-se treinar professores, elaborar e distribuir livros-texto e materiais para laboratório para as escolas de seus respectivos estados.

Na década de 1970 o ensino de biologia caracterizava-se pelos objetivos de eliminar o excesso de conteúdos desatualizados e fazer com que os estudantes adquirissem conhecimentos atualizados e representativos do desenvolvimento das ciências biológicas, bem como, preparar os estudantes para serem futuros cientistas.

É nessa década experimentação no ensino de Biologia atingiu o ápice (tendo apoio financeiro) com BSCS, que estabelece a experimentação como uma forma mais estimulante e eficaz de ensino. Substituindo aulas expositivas com demonstrações e confirmações de fatos alicerçadas nos livros didáticos e com postura passiva dos estudantes, pelo método ativo do processo científico no laboratório, rompendo com o caráter memorístico do ensino-aprendizagem. A experimentação nessa perspectiva então seguiria os passos de uma investigação científica, colocando a escola frente à cultura científica.

Ao efetuar uma análise de dois volumes do BSCS da versão azul traduzida para o português, Ferreira e Selles (2005) ressaltam que o texto do material sinaliza, para o fato de o mais importante no ensino de Biologia é a participação do estudante na investigação científica, e com isso, desenvolver as habilidades como observação, medição e uso de escalas. Segundo as autoras as versões avaliadas do BSCS mostram o trabalho científico como estudos experimentais empíricos, com explicações abalizadas nos modelos matemáticos, favorecendo uma visão objetiva, exata e empirista da ciência. E no BSCS processo ensino-aprendizagem por atividades investigativas confere à visão

da investigação científica como investigação experimental das ciências biológicas (ANDRADE, 2011).

Barra e Lorenz (1986) analisam que:

... a introdução dos materiais curriculares americanos no meio educacional brasileiro, teve, de certa forma, um efeito positivo. Evidenciaram, pela sua organização, a importância do ensino experimental em ciências e, ainda mais, o papel que bons materiais curriculares podem desempenhar, permitindo aos alunos a vivência do processo de investigação científica. Mostraram, também, os bons resultados que podem ser alcançados quando cientistas, professores e técnicos participam juntos da elaboração de materiais científicos destinados ao ensino de ciências (BARRA E LORENZ, 1986 p.1982).

Nos projetos curriculares entre as décadas de 1950-70 assinala que a ciência era ponderada como uma atividade neutra de acordo com Krasilchik (2000). Os contextos político, econômico, social eram desconsiderados para avaliar os valores e a condição de produção da atividade científica, bem como, as implicações dos seus resultados para a sociedade. Assim, Andrade (2011) acentua que os estudantes, ao efetuarem as etapas do “método científico” no Ensino de Biologia segundo os manuais do BSCS e de outros materiais, vivenciavam o que atualmente é considerada uma concepção neutra e distorcida acerca da investigação científica.

Pinho Alves (2000) acrescenta que no laboratório didático das décadas de 1960 e 1970, a Instrução Programada (oriunda do condutismo) também foi adotada como enfoque teórico, assim todas as instruções, medidas e conclusões também eram apresentadas através de quadros (estímulos) sequenciais, como parte do corpo comum do texto, sem a divisão entre a “teoria” e a “parte experimental”. O autor explica que a sucessão dos quadros era evolutiva, de maneira que cada estudante poderia estudar com velocidade própria, além disso, realizar individualmente os experimentos,.

No Brasil aprova-se a LDB nº 5.692 de 11 de agosto de 1971 o ensino de 1º e 2º graus tem o objetivo geral proporcionar ao educando a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades como elemento de autorrealização, qualificação para o trabalho e preparo para o exercício consciente da cidadania. Com a nova LDB o ensino das ciências tem destaque para a qualificação dos estudantes na formação de mão-de-obra para atender as necessidades do mercado em desenvolvimento com o denominado “Milagre Econômico”.

O ensino de Ciências no país nessa década mostrou-se conflitante na opinião de Krasilchik (2004). A LDB (5.692/1971) valorizando as disciplinas científicas e um currículo de viés tecnicista, fortemente impregnado por um caráter profissionalizante.

Nessa perspectiva tecnicista de formação ocorreu uma diminuição das disciplinas das ciências naturais e valorização das disciplinas do currículo técnico dirigidas para a integração com o trabalho. Provocou uma defasagem no ensino científico, e, por conseguinte dificuldades na aprendizagem dos estudantes nas disciplinas técnicas, e prejuízo tanto a formação básica, quanto a formação profissional. O ensino de Biologia, de acordo Borges e Lima (2007) apesar do currículo propor a ênfase na “aquisição de conhecimentos atualizados” e a “vivência do método científico”, na maioria das escolas brasileiras, continuou a ser descritivo, segmentado e teórico.

Na década de 1980 o ensino de ciências como destaca Borges e Lima (2007) caracterizaram-se por orientações educacionais propostas por distintas correntes educativas. E todas elas de acordo com as autoras espelhavam os anseios nacionais de redemocratização da sociedade brasileira, nesse sentido os projetos educativos se propagavam a liberdade, a crítica e a educação como prática social.

No ensino de Ciências os projetos desenvolvidos nessa década apresentaram de acordo com Borges e Lima (2007) grande variabilidade de concepções sobre o ensino das ciências. Todavia acentua Pinho Alves (2000) é o construtivismo que passa a orientar as investigações em ensino, com investigações sobre concepções alternativas, mudança conceitual, resolução de problemas, entre outras.

Pinho Alves (2000) ressalta que o laboratório didático é objeto de investigações a respeito de metodologias, abordagens, prescrições de sua utilização com experimento, técnicas de construção de equipamentos e uso de softwares (muita timidamente). Ao mesmo tempo, continua o autor o laboratório didático admite a função de instrumento de pesquisa, em especial junto aos investigadores que procuravam mapear as concepções alternativas dos alunos. A modalidade de trabalho prático-experimental que foi muito difundida foi aquela onde o aluno construía seu próprio equipamento com apoio dos professores que se dedicavam à confecção de material de laboratório com sucata ou material alternativo (PINHO ALVES, 2000).

Apesar de o construtivismo passar a influenciar ainda mais o ensino de ciências, entretanto este permaneceu com o caráter descritivo, enciclopédico, com programas extensos, baseados em nomenclaturas, taxonomia, descrições (TEIXEIRA, 2008). O trabalho experimental apresenta uma diversidade de enfoques na sua concepção e no seu ensino.

As escolas passam por problemas como estrutura física, falta de material, em função da massificação do ensino, crise econômica e péssimas condições de trabalho,

além de formação inadequada professores passam por um aviltamento. As consequências perceptíveis são a diminuição no uso dos laboratórios e principalmente deficiência no processo ensino-aprendizagem provocando a baixa qualidade da educação.

O Brasil então nessa década atravessa a saída de um governo militar ditatorial para um processo de redemocratização, com modificações políticas e sociais. Esta situação segue pela década seguinte e então novas diretrizes para a educação são aprovadas a partir da LDB nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

Em conformidade com as novas diretrizes o Ministério da Educação e Cultura (MEC na época) elabora e disseminam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Este documento oficial passa a ser referência para a renovação e reelaboração da proposta curricular nacional. Os PCN reconhecem: a complexidade da prática educativa e a importância de que cada escola formule seu projeto educacional, compartilhado por toda a equipe, para que a melhoria da qualidade da educação resulte da co-responsabilidade entre todos os educadores. São elaborados ainda nesta década e na posterior, outros documentos norteadores para o ensino médio quais sejam: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) em 2000, complementando este o PCN+ Ensino Médio (2002) e as Orientações Curriculares nacionais do ensino Médio (OCNEM) em 2006.

Os PCN centram sua orientação na formação de competências e habilidades para abdicar do ensino por memorização e também atender as demandas de produtividade, inovação e competitividade. Orienta os professores a buscar novas metodologias e enfoques para atingir esses objetivos. No ensino médio indicam como caminho o da formação geral em detrimento a específica dos estudantes, considerando as necessidades deles de: formular, criar, pesquisar, buscar informações, selecionar, analisar e aprender a aprender.

A experimentação é uma estratégia de ação apontada nos documentos como um processo para a construção do conhecimento e ampliação das capacidades de apropriação de conceitos, como também, contribuir aprimoramento de habilidades e na compreensão do mundo. Para isso se faz necessário abandonar o modelo receituário para despertar a apenas a curiosidade, na qual os estudantes recebem um roteiro com material a ser usado e todo o procedimento fixo a ser desenvolvido na atividade experimental, com resultado programado e conhecido. Para ser efetiva é fundamental a

reflexão apurada da experimentação, e assim colaborar para o desenvolvimento das habilidades e competências.

O ensino de Biologia também se caracteriza pelo seu caráter experimental na compreensão dos fenômenos da vida. No ensino médio deve proporcionar aos estudantes conhecimentos teóricos e práticos para que eles possam compreender o mundo, participando ativamente da sociedade atuando de modo consciente, aplicando os saberes aprendidos.

Nos PCN+ indica que:

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a idéia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual.

As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual.

As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes. (BRASIL, 2002 p. 56)

O trabalho experimental em diversos trabalhos de pesquisa surge como um componente indispensável para o processo ensino aprendizagem dos diversos conteúdos de Biologia. Apresenta-se como uma importante ferramenta no ensino e há um consenso entre os pesquisadores da necessidade desenvolvimento de atividades experimentais (JORGE 2007; POSSOBOM; OKADA E DINIZ, 2007)

É possível constatar através das opiniões dos professores a relevância dada às atividades experimentais com um caráter inclusive transformador para o ensino de ciências e Biologia (GALIAZZI *et al.* 2001; OLIVEIRA, 2010).

Nessa perspectiva, o uso da prática experimental nas aulas aponta novos caminhos na atividade docente para aprendizagem dos conteúdos pelos estudantes. Todavia existem vários problemas relacionados à experimentação, que vai desde questões estruturais (físicas), materiais, como na deficiência na formação e despreparo dos professores que influenciam diretamente na maneira como são realizadas essas atividades.

Defende-se o uso do ensino experimental em Biologia por compreender sua utilidade, tanto na formação geral dos estudantes, quanto para aqueles que ingressarão nas profissões científicas e tecnológicas. Em ambos os casos proporcionará a formação de novas gerações de estudantes com maior sensibilidade, criticidade, capacidade de analisar e se posicionar em novas circunstâncias.

São em contextos experimentais pode se concretizar o conhecimento científico destaca Fernandes e Silva (2004). No ensino de Biologia ressalta Krasilchik (2004) a importância das atividades experimentais, ocorre por permitirem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. É fundamental destacar que também, possibilitam a estruturação e aprendizagem de habilidades, tão necessária e na formação dos estudantes.

Entende-se que a utilização mais eficiente do ensino experimental nas escolas ajuda, não só pela natureza das suas interpretações, mas porque admite uma discussão e uma relação teórica – prática, além de enfrentar o inesperado, estila a criatividade, bem como, a confrontação de entre alunos e entre estes e os professores, o que pode reduzir as deficiências de aprendizagem. Contudo é necessário destacar que as atividades experimentais apresentam variações no modo de fazê-las nas diferentes tendências e abordagens utilizadas pelos professores e pesquisadores.

As publicações sobre o trabalho experimental na área de Biologia ainda não é vasta (BORGES E LIMA 2007; SOARES et. al, 2009), quando comparada com as publicações nas áreas de Física e Química. Estas publicações estão voltadas para a análise das possibilidades de uso, sua importância (GOLIN, 1991; SANTOS, 1999; VASCONCELOS et. al. 2002; MOREIRA E DINIZ, 2002; MAMPRIM, LABURÚ E BARROS 2008; VIEIRA, BASTIANI E DONNA, 2009; SALVADEGA, LABURÚ E BARROS, 2009; OLIVEIRA, 2010; ROCHA et. al. 2010; CARVALHO et. al. 2010; LEPIENSKI, 2010; ROSSASI E POLINARSKI, 2010; MELO, 2011) condições de realização das atividades e opinião de estudantes e professores (CAMPOS E DINIZ, 2001; PENTEADO E KOVALICZN, 2009; BEREZUK E INADA, 2010; OLIVEIRA, 2010; CARVALHO et. al. 2010, LIMA et. al. 2010; PESSOA E ARAÚJO, 2010), como são realizadas/estratégia (SANTOS, 1999; AMORIM et. al. 2002; VILLANI E NASCIMENTO 2003; POSSOBOM, OKADA E DINIZ, 2003; ÁLVAREZ E CARLINO, 2004; GASPAR E MONTEIRO 2005; ZAGO et. al. 2007; SAUVÉ, GOUVEIA E PEREIRA 2008; CARMO E SCHIMIN 2008; TONIDANDEL, 2008;

PEDROSO, ROSA E AMORIM, 2009; REIS JUNIOR et. al. 2009; MAMPRIM, 2009; FALA, CORREIA E PEREIRA, 2010; MELO, 2010; PEREIRA, CAMPOS JÚNIOR E BONETTI 2010; SILVA, CAVALCANTI E ARAÚJO, 2010; CHERNICHARO, 2010; LIMBERGER, SILVA E ROSITO, 2011); como proposta interdisciplinar (QUEIROZ E DICKMAN, 2009).

Goldbach et. al. (2009) apresentam um trabalho de pesquisa como objetivos localizar, quantificar e avaliar as atividades práticas experimentais presentes nos livros didáticos de biologia voltados para o ensino médio que constam na listagem dos recomendados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio PNLEM - 2007. Estes livros foram utilizados, para a análise, dos autores sob duas abordagens: pedagógica e metodológica.

Tabela 1: Total de atividades práticas por livro didático

LIVRO	Nº de atividades
(1)	70
(2)	51
(3)	28
(4)	17
(5)	16
(6)	16
(7)	10
(8)	09
(9)	03
TOTAL	220

Fonte: Goldbach et. al. 2009 p. 68

A abordagem pedagógica foi subdividida pelos autores em três categorias, quais sejam: Cognitiva, Procedimental, Motivacional. E explicam cada uma delas:

- a) Cognitiva: aquela que explora conhecimentos e conceitos prévios do aluno, os quais foram adquiridos e trabalhados sobre o assunto;
- b) Procedimental: a capacidade do aluno em manipular objetos e expressar o conhecimento adquirido na prática. Podendo ser representado sob a forma de tabelas, relatórios, gráficos ou qualquer outro método de exposição de resultados sugeridos pela atividade em análise;
- c) Motivacional: àquelas que inserem o aluno na prática, de forma a estabelecer diálogo e envolvimento com os demais alunos e com o próprio professor. Essas parecem objetivar promover maior socialização e desinibição do aluno, além de participação ativa em todo o procedimento, facilitando o aprendizado, uma vez que o integra ao conteúdo, aproximando-o do cotidiano.

Tabela 2: Atividades Classificadas pelo Enfoque Pedagógico

LIVRO	ENFOQUE PEDAGÓGICO		
	COGNITIVO	PROCEDIMENTAL	MOTIVACIONAL
(1)	35	22	12
(2)	19	44	8
(3)	18	14	14
(4)	8	10	3
(5)	13	10	14
(6)	15	16	-
(7)	10	2	5
(8)	7	4	3
(9)	3	3	3

Fonte: Goldbach et. al. 2009 p. 69

Na abordagem metodológica seguindo a mesma perspectiva os autores classificaram as atividades selecionadas do seguinte maneira: Demonstração, Verificação, Verificação.

- a) Demonstração: quando a atividade prática tem por objetivo corroborar o conteúdo estudado anteriormente. Nessa categoria, o aluno exerce um papel pouco ativo no desenvolvimento da prática, sendo o professor o realizador da prática;
- b) Verificação: quando a prática remete ao objetivo de verificar fatos e princípios estudados, com o aluno participando, de alguma forma, no decorrer dela, mas seguindo determinados paradigmas. Diferentemente da categoria demonstração, o professor exerce um papel mediador;
- c) Descoberta: quando a atividade leva o aluno a ações mais diretas, com maior grau de intervenção no que está estudando, podendo ou não partir do que ele já sabe, mas dando-lhe autonomia para chegar aos resultados de forma mais independente.

Tabela 3: Atividades Classificadas pelo Enfoque Metodológico

LIVRO	ENFOQUE METODOLÓGICO		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	DESCOBERTA
(1)	7	48	11
(2)	32	16	1
(3)	19	5	2
(4)	11	6	1
(5)	4	10	2
(6)	2	10	4
(7)	2	7	1
(8)	3	6	6
(9)	3	-	-

Fonte: Goldbach et. al. 2009 p. 69

Os autores concluem pelos dados da pesquisa, que a presença de atividades práticas experimentais propostas nos livros didáticos analisados não é grande. E com os resultados apresentados os autores destacam como preocupantes, ao se considerar o papel importante dos livros como material pedagógico na escola, como instrumentos reconhecidos, legitimados e recomendados pelos especialistas da área.

Os autores ressaltam a preocupação de alguns livros com as dificuldades para a realização das atividades na escola, e buscam dirimir sugerindo o uso de materiais alternativos como garrafas pet, seringas, canudos entre outros, de baixo custo e de fácil aquisição.

Teixeira (2008) em sua tese de doutorado analisou as produções de teses e dissertações na área de Ciências Biológicas num período compreendido entre 1972 a 2006. Foi identificado por meio de bancos de informações bibliográficas um total de 458 trabalhos. As informações coletadas foram obtidas, inicialmente, a partir da consulta aos bancos de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Centro de Documentação (CEDOC) e da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd) e cruzamento de dados obtidos com documentos existentes em bancos de teses dos programas de pós-graduação e bibliotecas de varias universidades. Quanto aos aspectos da experimentação no ensino de Ciências e Biologia o autor identificou um total de cinco trabalhos entre teses e dissertações. O autor faz um relato sobre esses trabalhos de pesquisa, e mostra como que a discussão da experimentação como recurso metodológico no contexto da sala de aula, refletindo uma concepção de atividade experimental com caráter didático de redescoberta dos conhecimentos científicos instituídos.

Em dois desses de acordo com Teixeira (2008) as autoras, por meio de pesquisas experimentais, testam a eficácia do Método da Descoberta no ensino-aprendizagem de conteúdos de Genética. Noutro trabalho, é realizada uma pesquisa de avaliação das atividades experimentais no ensino de Ciências a partir do uso de Kits de Anatomia e Fisiologia do “Projeto Experimentoteca Pública” numa escola de São Carlos/SP.

Uma quarta pesquisa foi efetivada em que o autor testou uma alternativa metodológica para o ensino de Ciências, baseada em estratégia didática, numa perspectiva empiricista e positivista de ciência. Enfatizando o treinamento dos estudantes nos procedimentos de observação e escrita de relatórios e, de certa forma, tentando reproduzir o trabalho dos cientistas no dia-a-dia, segundo a concepção idealizada pelo autor do que significa o trabalho realizado por um cientista.

Teixeira (2008) finaliza com o relato de uma pesquisa em que a autora acredita que o ensino experimental na área de Biologia, Física e Química e uma das melhores formas para o ensino dos princípios e generalidades de cada ciência. Realiza pesquisa de campo entrando em contato com professores e diretores de escolas técnicas e acadêmicas, verificando aspectos facilitadores ou dificuldades do emprego, em sala de aula, de tecnologias e métodos educacionais, isto é, inovações educacionais geradas para o ensino de Ciências no então 2º grau. A autora refere-se aos projetos relacionados ao Movimento de Renovação do Ensino de Ciências, ou seja, correspondem aos diversos projetos de ensino disponíveis no início dos anos 70. Considerando que as referidas tecnologias estavam disponíveis, sobretudo aquelas destinadas ao uso em práticas de laboratório, a autora evidencia que há um fosso entre o que é expresso como desejável para o ensino de ciências experimentais e a realidade retratada na investigação. Os trabalhos prático-experimentais, ainda eram desenvolvidos insuficientemente e nem sempre contribuíam para a melhoria do ensino.

A aprendizagem não ocorre só pelo fato de ouvir, folhear o livro, ou por A Biologia aborda assuntos e questões que os estudantes têm dificuldade de visualizar em seu cotidiano como Biologia celular e molecular, existe também o aumento do interesse sobre avanços científico-tecnológicos, pois estão sendo alvo de discussão, como organismos geneticamente modificados, clonagem humana. Então a Biologia com trabalho prático-experimental pode aproximar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na sala de aula numa discussão com possibilidades amplas de uso.

Nos últimos anos há um consenso referente à necessidade de melhorar a eficiência do ensino das ciências na escola. Para isso é imprescindível promover e desenvolver a capacidade cognitiva e argumentativa dos estudantes, introduzindo concomitantemente a apropriação dos conceitos científicos dando-lhes uma dimensão experimental. A abordagem experimental é defendida e difundida entre os educadores de ciências para o ensino de conteúdos de ciências e biologia, valorizando seu uso como instrumento pedagógico facilitador e dinamizador do processo de ensino-aprendizado (VASCONCELOS et. al. 2002; GOLDBACH et. al. 2009). A experimentação é um elemento fundamental ao processo educacional, pois os estudantes, em situações experimentais podem desenvolver o caráter investigativo, métodos para proceder diante do fenômeno.

Vasconcelos et. al. (2002) opina que nas aulas de Biologia os estudantes devem manusear materiais de laboratório, observar, misturar, medir temperaturas, completar

quadros, calcular médias, com uma visão prática científica atual e criativa, considerando um conjunto de procedimentos que aproximem os alunos da maneira de trabalho mais cuidadosas e criativas, mais lógicas com a forma de produção do conhecimento científico.

Através dos trabalhos prático-experimentais em Biologia o estudante segundo Vasconcelos et. al. (2002) pode desenvolver habilidades processuais associadas à atividade científica, como capacidade de observação (todos os sentidos atuando visando à coleta de informações), inferência, medição (descrição através da manipulação física ou mental do objeto de estudo), comunicação (palavras, símbolos, gráficos para elaboração de relatórios expondo as ações, o objeto, um fenômeno, resultados), classificação, previsão. Os autores ainda destacam que é possível associar as habilidades processuais, o desenvolvimento de habilidades integradas: formulação de hipóteses, identificação e controle das variáveis do experimento, operacionalização do experimento, interpretação de dados, conclusão do experimento.

Entretanto, é preciso superar a visão do TP/E como ferramenta para verificar teorias e seus limites de validade. O ensino com trabalho prático-experimental deve propor um conjunto de tarefas que:

- a) Impliquem em resolução de problemas;
- b) Desafiem a imaginação e raciocínio;
- c) Apresentem diferentes etapas, como a manipulação, observação, investigação e interpretação;
- d) Valorizem a discussão, a participação ativa e o sentido crítico;
- e) Aumentem o domínio para contextos fora da escola, quer no ponto de partida quer de chegada;
- f) Tenham resultados imprevistos;
- g) Conduzam a conhecimentos úteis.

Sendo assim, essa abordagem não pode ser considerada só como ferramenta do ensino problematizando os conteúdos na Biologia, mas também, ser utilizada como um fim em si só, sublinhando a necessidade de transformação nas atitudes para com o ambiente e seus recursos, pois, além de sua importância disciplinar, possui profundo valor social.

Os professores de Biologia então devem então superar a dicotomia entre quantidade e qualidade de conhecimentos, para selecionar os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) a serem ensinados, na perspectiva da vida como resultado

das interações entre vários elementos. Também a seleção das estratégias e metodologias que propiciem uma melhor para a apropriação dos conhecimentos, exigidos na atual e futura conjectura de sociedade. As atividades experimentais se coadunam com os objetivos de desenvolvimento integral dos estudantes, em nível cognitivo, procedimental, atitudinal, bem como, afetivo.

## **Capítulo 3**

# **O TRABALHO PRÁTICO- EXPERIMENTAL E A MEDICÃO**

### **3 O TRABALHO PRÁTICO-EXPERIMENTAL E A MEDIÇÃO**

#### **3.1 O PAPEL DA MEDIÇÃO NA CIÊNCIA**

Modernamente a ciência é altamente reverenciada, aparentemente embasada numa confiança e na crença de que há algo de especial a respeito da ciência e de seus métodos (CHALMERS 1993, SANCHEZ 2000, AGUADO 2003, CHEBINI 2006a). Se aceita de modo amplo que o conhecimento fornecido pela ciência difere por um alto grau de certeza, tendo assim uma posição privilegiada com relação aos demais tipos de conhecimento como, por exemplo, o do homem comum (CHEBINI, 2006a).

Atribuir o termo “científico” a alguma afirmação, ou pesquisa contam com aprovação geral, implicando de algum modo um tipo de mérito ou um tipo especial de confiabilidade de acordo com Chebini (2006a). Já Chalmers (1993) esclarece que alta consideração pela ciência não se restringe à vida cotidiana e à mídia popular, mas também, na escola, na academia e em todas as partes da indústria do conhecimento.

No entendimento de Chibeni (2006a) toda essa atitude de veneração em relação à ciência deve-se creditar em grande parte, ao extraordinário sucesso prático alcançado pela Física, pela Química e pela Biologia, principalmente. Colina (2002) explica que graças à ciência, o mundo atualmente se desdobra sobre a informática e a cibernética, e isto se comprova observando os modos através dos quais as pessoas estão interligadas.

Quando se trata do tema ciência Francelin (2004) e Afonso (2008) alertam a dificuldade para a sua definição. De acordo com o autor essa pergunta permeia grande parte do percurso bibliográfico no campo das ciências. Freire-Maia (1998) apud Francelin (2004) relata o quão raro são os filósofos da ciência se propor a definir ciência, haja vista, segundo o autor, três motivos para tal posicionamento, quais sejam: o fato de toda definição ser incompleta; a própria complexidade do tema; e a falta de acordo entre as definições. Entretanto esse autor faz nas suas palavras uma “tosca” definição de ciência que contemplaria um “[...] conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos etc., visando ao conhecimento de uma parcela da realidade [...]”, através de uma “metodologia especial”, no caso, a metodologia científica (FREIRE-MAIA, 1998 apud FRANCELIN 2004).

Afonso (2008) afirma que a ciência é um corpo de conhecimentos, hierárquica e conceitualmente organizados, que pretendem ser explicações para os objetos, fenômenos e acontecimentos que constituem e se processam na natureza.

Para Bunge (1975) a ciência se define como um sistema de conhecimentos ou conhecimento racional, sistemático, verificável e falível. Tem a peculiaridade de ser o resultado da aplicação de um conjunto de procedimentos racionais e críticos que é denominado genericamente de “método científico”.

Na opinião de Colina (2002) a ciência é uma das maneiras que possui o homem para outorgar um significado e sentido à realidade. Reforça ainda que também se entenda como um conjunto de conhecimentos organizados, a fim de conhecer a verdade dos fatos, e deve compreender-se que ela é um processo contínuo de busca de conhecimento.

A ciência na concepção de Marineli e Pacca (2007) é uma construção social, uma forma aperfeiçoada ao longo dos últimos séculos, que gera uma forma coerente de conceber e acessar parte do mundo. Os autores ressaltam ainda, a necessidade de compreensão da variabilidade do contexto científico, e da interferência do ambiente (local e global). Estas influências se refletem na diversidade que podem ser recebidas e entendidas (principalmente) um mesmo evento por um mesmo observador.

Não há uma elaboração fechada para o conceito de ciência. É uma atividade de caráter intelectual, reflexiva, de práxis social e institucional, como também, é um produto sócio-cultural de uma sociedade.

A ciência é complexa em sua constituição e suas determinações históricas. E a ciência como se conhece atualmente, surgiu na Europa num período compreendido entre os séc. XVI e XVIII com uma fase denominada Revolução Científica, pois esta rompeu radicalmente com a concepção do mundo tradicional, aristotélica, incontestada durante tantos séculos. Chalmers (1993) reforça que de acordo com a história habitual, o conhecimento baseava-se em grande medida na autoridade, especialmente na autoridade do filósofo Aristóteles e na autoridade da Bíblia.

É exatamente com a crítica e principalmente com a negação da imagem aristotélica do mundo e da não aceitação passiva dos pressupostos conferidos pela tradição, autoridade ou religião, que se fomentou a ciência moderna.

É nesta ocasião que então se desperta para novas compreensões sobre o universo, a natureza e o homem (BRITO, 2008). Passou-se a utilizar como estratégia, a de considerar seriamente os fatos da observação enquanto base da ciência. Segundo Chalmers (1993) os partidários dessa influente tese exploram esta história sustentando que antes do século XVI os fatos observáveis não eram levados a sério enquanto fundamento do conhecimento.

Intelectuais como Descartes (1596-1650) sistematizam a ciência moderna, desde sua origem e essência, da razão pura como raciocínio e demonstração teórica, onde a objetividade garantia a aplicação do método científico. O racionalismo se baseou de acordo com o autor na matemática, destacando como objetos ou problemas da ciência as dimensões mensuráveis da realidade. Tudo tinha que ser medidos, pesados.

Em outra vertente Francis Bacon, na Inglaterra, baseou a ciência no empirismo, postulando que a origem do conhecimento estava na experiência do pesquisador e da verdadeira essência do conhecimento era o objeto de estudo, para ele o método científico deveria ser indutivo. Desta forma Bacon aspirava estabelecer conceitos manejáveis do ponto de vista experimental e quantitativo.

A ciência moderna tornou-se possível apenas com os trabalhos dos pioneiros da nova ciência, como Copérnico (1473-1543), Galileu (1564-1642), Kepler (1571-1630), Newton (1642-1727), entre outros grandes estudiosos, cujos trabalhos promoveram densa transformação na maneira de interpretar os fenômenos da natureza. Tiveram como bases essenciais além da observação, a abstração matemática, e a experimentação, afirmando uma ciência mecanicista, simples e racional.

Galileu é um dos responsáveis pela criação da ciência moderna (FERREIRA 2004, CHIBENI 2006b, BEZERRA 2010). Segundo Chibeni (2006b) Galileu complementou as duas visões, introduzindo seus traços fundamentais, a experimentação (o critério da razão da ciência experimental) e a base matemática da medida da realidade. Galileu começa a utilizar uma nova metodologia científica, observando os fenômenos da maneira como ocorrem, e não da forma até então usada que explicava-os de maneira especulativa.

Seus trabalhos fundamentavam-se na utilização da linguagem matemática, e na delimitação aos estudos das propriedades mensuráveis dos objetos. Descrever a realidade usando a matemática acentua uma característica fundamental, quantificar o conhecimento, mensurá-lo. Desta maneira o conhecimento produzido pela ciência deveria ser corroborado de modo quantitativo (linguagem matemática) e assim tornar possível fazer previsões.

Para Bezerra (2010) a visão de experimento de Galileu é extremamente avançada, pois para ele o experimento é algo focalizado, projetado, dirigido, e está presente o controle de variáveis. Além disso, completa dizendo que a razão pode corrigir a experiência, e ainda assim a experiência funciona como um contraponto dialético à razão. Para Galileu explica Chibeni (2006b) na constituição da nova ciência

não era bastante soltar uma pedra e olhar sua descida, ele queria saber quantitativamente como ela o faz. Assim com os experimentos de plano inclinado utilizado para observar o fenômeno da queda dos corpos em condições ideais, repetiram-se várias vezes para conseguir registrar todos os dados obtidos. A observação experimental dos fenômenos e sua expressão matemática tornam-se escopo prioritário dessa nova metodologia científica.

Esta nova ciência foi inicialmente assumida e apresenta grandes avanços científicos na Física (Astronomia, a Óptica, Mecânica), porque naturalmente se adaptam melhor a uma observação experimental sistemática e imediata formulação matemática, todavia se expandiu depois para as outras ciências.

Sánchez (2000) indica que desde então o ritmo inseparável do conhecimento teórico e exploração quantitativa são os fundamentos da ciência moderna. A medição se tornou cada vez mais significativa e pesquisadores como Lavoisier, Laplace, Huygens, Leibniz, Torricelli, Pascal, Boyle, Coulomb, Fourier, Gauss, Poisson, entre outros foram fundamentais.

No desenvolvimento da ciência moderna e da medição é preciso destacar o papel fundamental dos instrumentos de medida. Essa tendência propicia grandes progressos ao método experimental e conseqüentemente à instrumentação científica. Serrano (2006) ainda esclarece que essa transformação na ciência do século XVII e nos seguintes não ocorreu só nas teorias de conhecimento, mas, fundamentalmente, nos recursos e materiais de pesquisa.

Até o final do século XVI, os instrumentos de medida das ciências físicas estavam praticamente reduzidos a alguns equipamentos, e estes envolvidos com a observação astronômica. Mas são nos séculos seguintes que ocorrem uma explosão instrumental, que acompanha o desenvolvimento de uma ciência natural diversa, feita em laboratórios e centros de pesquisa institucional.

Bezerra (2010) expõe que novos instrumentos de medida e observação são desenvolvidos, como telescópio, microscópio, cronômetros, barômetros, termômetros, bombas de ar, sensores e dispositivos diversos e muitos outros. Estes equipamentos de medição permitiram uma mudança qualitativa na construção das ciências. São esses novos dispositivos experimentais que ajudaram a dar forma à construção da ciência em um nível até então desconhecido.

Lucas (2005) adverte que sob a perspectiva de análise operacional adotada pela História da Ciência existem duas fontes principais de desenvolvimento científico: uma

delas são a engenhosidade e criatividade individual do cientista, e isto é próprio de todos os cientistas do mundo antigo; o outro é o “domínio de todas as variáveis para testar e medir o desenvolvimento dos chamados experimentos controlados e este é uma criação da filosofia experimental do século XVII” (LUCAS, 2005, p.386).

É entre os séculos XVI e XVII que a química, como é concebida atualmente, começa a se desenvolver, nesse período os fenômenos químicos estavam relacionados à medicina e principalmente a Alquimia vista como magia. Boyle nesta época estuda o comportamento e propriedades dos gases, e aborda esses fenômenos de um modo científico, estabelecendo equipamentos e técnicas de medição. A química como ciência experimental segundo Nuñez e Silva (2008a) foi resultado da convergência de vários fatores, entre esses é precisamente o aumento no uso de métodos quantitativos.

É por volta do século XVIII a Química adquire definitivamente as características de uma ciência experimental com Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794). Ele desenvolveu métodos de medição que permitiram um melhor conhecimento de alguns fenômenos, como o da combustão da matéria. Lavoisier utilizou um método experimental definido pela utilização generalizada e sistemática da balança, medindo a massa antes e depois dos elementos e componentes do experimento (SERRANO, 2009).

Nos trabalhos de Lavoisier observa-se: o controle da experimentação, a generalização dos dispositivos instrumental e experimental e o desenvolvimento de uma estrutura teórica para controlar o número de resultados indiretos que foram obtidos através da experimentação no momento da avaliação do erro experimental dos instrumentos. Deste modo para Lavoisier era indispensável estabelecer relações fundamentais entre os novos fenômenos e as grandezas quantificáveis primárias, como massa e volume.

O princípio contábil de Lavoisier explicita Lucas (2005) possibilitou distinguir melhor o processo de reação química, suas “entradas” (reagentes) e “saídas” (produtos), quantificando de forma precisa e fazendo da Química uma ciência da medição. E assim continua o autor com este passo, enriqueceu o conhecimento de detalhes quantitativos subjacentes aos processos químicos.

É a partir do momento que se faz medição e começa a demonstrar teorias, a Alquimia deixa de ser um acontecimento mágico, e a Química então passa por uma transformação. Dessa maneira, como ciência quantitativa medir, testar, provar, foi um novo modo de fazer a Química (NUÑEZ E SILVA 2008a).

Jan Baptiste van Helmont médico belga (1577-1644) implementou uma concepção bastante moderna de experimento controlado, com controle das variáveis (BEZERRA, 2010), como a medição da massa, realizadas nas suas experiências sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Nesses experimentos Helmont buscava averiguar e estabelecer possíveis relações entre a variação da massa da planta e a massa do solo na qual está inserida. Neste experimento o processo quantificar o crescimento da planta a partir dos componentes presentes no solo de cultivo foi primordial ao trabalho. Assim era importante medir e conhecer o valor inicial da variável massa da planta e do solo de cultivo.

No seu experimento Helmont plantou uma muda com 2,5 Kg de massa num vaso contendo 100 Kg de solo adubado, e regou-a utilizando apenas com água da chuva filtrada, também protegeu o vaso de elementos estranhos. Ele acompanhou o crescimento de uma planta num período de 5 anos observou que esta havia crescido bastante. Fez a medição da massa da planta a partir de suas partes, que apresentou aumento na sua massa de 80 Kg, mediu também a massa do solo, e este havia perdido apenas 1Kg da massa inicial.

Ao analisar a diminuição da massa do solo quando comparado ao aumento da massa da planta Helmont ficou claro que esta foi pequena, e se a planta obtivesse sua nutrição a partir do solo, a diminuição da sua massa deveria ser maior. Assim Helmont considerou essa variação na massa do solo como erro de medição, e postulou que as plantas se nutriam da água, pois este era o único elemento que estava sendo acrescentado diariamente. É necessário destacar a importância dada por Helmont ao aspecto quantitativo e a medição no seu experimento.

Na medicina segundo Introcaso (1996) a medição adequada da pressão nas artérias só seria iniciada, entretanto, entre os séculos XVI e XVII, e coube ao médico veneziano Santorio Santorio (1561-1636), a primeira tentativa de registrar o pulso. Para tanto, utilizou o pulsilogium, um aparelho que servia para medir a frequência e a variação do pulso. O reverendo Stephen Hales (1677-1761) fez a primeira medição da pressão arterial (PA) de um animal improvisando um longo tubo de vidro como manômetro.

Foram problemas quantitativos que permitiram a Willian Harvey (1578-1657) finalizar seu trabalho com circulação sanguínea. De acordo com Ronam (1983) Harvey mediu a capacidade do coração que só comportava 60 gramas de sangue e se este tem

72 batimentos por minuto em média. Em uma hora era capaz de bombear cerca de 260 kg de sangue, representando quase três vezes a massa de um homem. Assim percebeu que era impossível suprir essa quantidade de sangue nesse tempo, sugerindo então um movimento circular para o sangue, e que as válvulas venosas só possibilitavam a circulação do sangue em um sentido.

A medição nos séculos seguintes ao XVII passou a constituir uma prática destacada na atividade científica, principalmente naquelas com caráter quantitativo e matemático como as ciências naturais. Nuñez e Silva (2008a) explicam que a fundamentação da ciência moderna estava na observação sistemática, e conseqüentemente na medição. Dessa maneira segundo os autores a medição se transformou nesse contexto numa ferramenta, que de certo modo, definia o que era ou não era científico.

Assim a ciência moderna clássica adotou como critérios fundamentais de cientificidade para a produção do conhecimento a observação com precisão e controle e a medição em condições experimentais. Então grande parte do corpo de conhecimento científico está imbricada diretamente ao desenvolvimento e da melhoria dos métodos quantitativos.

A matemática exerce influência destacada na ciência moderna, pois suas ideias dirigem à observação e à experimentação, de maneira simples e clara, através das quais se chega a um conhecimento rigoroso, e mais denso da natureza. Dessa forma a matemática fornece a ciência um instrumento privilegiado de análise, como também, a lógica da investigação, e ainda o modelo de representação da própria estrutura da matéria (SANTOS, 1995).

A forte influência da matemática na ciência moderna de acordo com Santos (1995) permite identificar duas conseqüências:

- a) Conhecer significa quantificar, o rigor científico atrela-se e verifica-se através do rigor das medições. As qualidades intrínsecas do objeto são, por assim dizer, desqualificadas e em seu lugar passam a imperar as quantidades em que eventualmente se podem traduzir. O que não é quantificável é cientificamente irrelevante;
- b) Conhecer significa dividir, reduzir a complexidade do mundo e classificar para depois poder estabelecer relações sistemáticas entre o que se separou.

Consolida um modelo investigativo que faz a análise ao mundo físico, abordando a natureza de maneira quantitativa, atribuindo número aos objetos ou aos

fenômenos. Este modelo investigativo estava alicerçado na neutralidade do cientista, na operacionalização de variáveis, na capacidade de medir e de reproduzir os fenômenos nas mesmas condições, ou o mais próximo possível dessas condições.

Buscava ainda por uma observação direta dos fenômenos para que pudessem ser medidos e para isso elaboração de instrumentos de medida, experimentados com a manipulação de variáveis, testados e conceituados, repercutindo em funções explicativas, levando ao estabelecimento de leis gerais, universais, que regessem as manifestações desses fenômenos. Fica estabelecido um modelo dogmático de fazer ciência com a crença de uma realidade mensurável, fixados numa visão absoluta da medição, na neutralidade do cientista e dos dados obtidos.

É Newton (1642-1727) que unifica os conhecimentos produzidos anteriormente sob uma mesma teoria. Lopes e Núñez (2010) explicam que a teoria corresponde a um nível de sistematização do conhecimento que explica o conjunto de fenômenos de alguma esfera da realidade e reúne todas as leis, princípios e conceitos (propriedades, magnitudes, etc.), que se encontram nesse domínio sob um elemento unificador. Com base na teoria é possível explicar o comportamento do objeto sob condições concretas, assim como prever seu comportamento em determinadas condições.

Chibeni (2006c) reforça o entendimento de que o conhecimento científico tem caráter essencialmente integrado, não consiste de aglomerados de proposições ou somatório de leis, cada uma das quais possa ser avaliada independentemente das demais. Essa unificação ocorre quando Newton publica seu livro *Princípios Matemáticos de Filosofia da Natureza* em 1687.

Nesta perspectiva a teoria de Newton explicava todo o conjunto de fenômenos físicos que acontecessem no planeta, bem como, os astronômicos. A teoria desenvolvida por Newton possui como princípio central a lei da gravitação universal, que indica: “cada corpo, cada partícula de matéria do universo, exerce sobre qualquer outro corpo ou partícula, uma força atrativa proporcional às respectivas massas e ao inverso do quadrado da distância entre ambos”. A aplicação deste princípio estabelece duas consequências:

- a) o universo nada mais é do que um conjunto de corpos ligados entre si e governados por rigorosas leis;
- b) explica a articulação entre matemática e ciência, e os fundamentos do método experimental, pois todos os fenômenos naturais poderiam ser derivados, utilizando o cálculo matemático.

O desenvolvimento e crescimento científico alcançam um aumento considerável no século XIX, e a ciência passa a fazer parte da cultura humana. Neste período o Positivismo inicia como uma nova filosofia, através de Auguste Comte (1798-1857).

Esta filosofia considera a ciência como estado definitivo (positivo) do conhecimento. O conhecimento científico era resultado da observação dos fatos (reais e concretos) e o estabelecimento das relações entre eles, descritas em leis que governam os fenômenos, e provados por meio de experiências. Chaves Filho e Chaves (2000) destacam:

As denominações: *útil, certo, preciso, positivo, relativo e neutro*, descreveriam as qualidades do conhecimento a ser produzido a partir da filosofia de Comte. Caberia ao conhecimento científico então, reconhecer a *ordem da natureza* e utilizá-la em benefício do homem”. (CHAVES FILHO E CHAVES, 2000 p.72)

A pesquisa científica nessa perspectiva, portanto deve ser livre de emoções sentimentos, juízo de valor, neutra. Impondo dessa forma para uma precisão científica, elegendo um rigor científico cuja comprovação está intrinsecamente relacionada ao rigor das medições, favorecendo assim a quantificação em detrimento as propriedades qualitativas do objeto, pois só dessa maneira há relevância científica.

Como contraponto a filosofia positivista na supervalorização da quantidade e a desvalorização da qualidade dos objetos, no materialismo histórico dialético o desenvolvimento do mundo, do seu conhecimento e transformação é caracterizado pelas leis básicas da dialética, quais sejam: lei da unidade e da luta de contrários; lei da negação da negação; lei da transformação das mudanças quantitativas em qualitativa.

Nesse sentido na natureza os objetos diferem-se uns dos outros de acordo com seus constituintes (qualidades) ou suas diferentes quantidades. Qualidade e quantidade não se separam, são aspectos intrínsecos aos objetos, que se relacionam dialeticamente. É com a lei da transformação das mudanças quantitativas em qualitativa que ocorre a mudança revolucionária do mundo que se realiza por saltos e de transformação incessante das mudanças quantitativas inerentes ao objeto em mudanças qualitativas radicais. Essa lei como indica Afanássiev (1985) revela como, de que maneira se realiza o processo de desenvolvimento, e qual é o mecanismo deste processo.

Por Qualidade entendem-se as particularidades e propriedade em conjunto dos objetos que lhes são inerentes, os diferenciando dos outros objetos e determinando-os. Já a Quantidade é a caracterização do objeto de acordo com o seu grau de

desenvolvimento ou de intensidade das propriedades que lhe são intrínsecas, sendo expressa por número (grandezas).

Qualidade e quantidade como aspectos do mesmo objeto, condicionam-se uma a outra permanecendo assim interligadas, formando uma unidade. Esta unidade é denominada medida, que funciona como um limite, na qual dentro deste, o objeto continua a ser ele mesmo, sem alterar suas propriedades particulares. Apresentam importantes diferenças, enquanto uma mudança quantitativa dentro do limite da medida não resulta em uma modificação perceptível do objeto, a qualitativa promove no objeto uma variação tal que resulta na modificação deste passando a ser então outro objeto.

As variações quantitativas não provocam alteração profunda, têm caráter relativamente lento e contínuo, ocorrem por continuidade com certos acúmulos quantitativos ocultos, imperceptíveis. As sementes quando em ambiente úmido acumulam certa quantidade de água, aumento invisível a percepção, da mesma forma os seres vivos que se desenvolvem nos ovos com casca que também acumulam de quantidades de calor ou o zigoto que passa por um aumento do número de células.

Em determinado momento as mudanças quantitativas provocam mudanças radical na qualidade do objeto transformando-o por intermitência ou salto. A qualidade anterior é envolvida, arrastada, superada e desaparece, dessa forma, caracteriza-se a passagem ou desenvolvimento do velho em algo novo, outra qualidade surge, pois há uma transformação na essência do objeto. A quantidade, por conseguinte manifesta que ela não era desnecessária ao objeto, todavia era parte de sua essência. Assim cada salto é resultado de determinadas acumulações quantitativas. Isso ocorre com a semente que tanto acumulou água, calor, luz que origina uma plântula, ou do ovo um novo ser, do zigoto o embrião, o feto, a criança, o adulto.

Enfatiza-se que o desenvolvimento é sempre a unidade de mudanças quantitativas (contínuas) e qualitativas (saltos), e que se deve considerar ambas as fases, para não deturpar o desenvolvimento (AFANÁSSIEV, 1985).

Entretanto a filosofia positivista teve muita influência na ciência (ainda na atualidade tem) e a importância dada ao valor das medições no desenvolvimento da ciência. Nuñez e Silva (2008a) citam as palavras do cientista William Thomson (Lord Kelvin, 1824-1907):

Afirmo muitas vezes que se você medir aquilo de que está falando e expressar em números, você conhece alguma coisa sobre o assunto; mas, quando você não o pode exprimir em números, seu conhecimento é pobre e insatisfatório.

Uma análise dessa declaração de Kelvin tomada pelo seu valor nominal a levaria à desclassificação de outras formas de conhecimento, e se relacionar com uma visão empirista das ciências naturais. Entretanto é fundamental acentuar a importância do conhecimento quantitativo para as ciências experimentais ressaltando-se que essa importância está referida aos objetos de estudos das ciências naturais.

O positivismo passa a ser a instância orientadora da produção científica, estabelecendo a experiência comprovada, fatos concretos e positivos como critério de verdade. Daí se inicia a necessidade da prova objetiva (desprezando a subjetividade), concreta, exata, principalmente mensurável para sua aprovação como uma descoberta científica.

No positivismo é considerado negativo, ou inútil tudo o que estiver fora dos seus interesses, como a neutralidade, a objetividade, e a mensuração. Apresenta caráter doutrinário com elementos normativos e verdades irrefutáveis. Despreza as características culturais, sócias e históricas da sociedade em que a ciência é produzida. Isto porque para Comte as leis sociais ou naturais são governadas pela ordem da natureza e, portanto não podem ser modificadas.

Esses aspectos dogmáticos do positivismo estão presentes no método científico empregado na investigação. Teixeira (2005) expõe que o conceito geral de método se surge com o advento da ciência moderna e se consolida e populariza do ponto de vista científico com o positivismo. Chibeni (2006c) relata que por detrás do sucesso da ciência assume-se, implícita ou explicitamente, que existe um “método” especial, uma “receita” que, quando seguida, redundará em conhecimento certo, seguro.

O método científico é um instrumento utilizado pela ciência na sondagem da realidade, formado por um conjunto de procedimentos, mediante os quais os problemas científicos são formulados e as hipóteses científicas são examinadas. Chibeni (2006c) reforça a concepção de método científico como sendo a reunião organizada de procedimentos racionais utilizados para investigar (pesquisar) e explicar os fatos ou fenômenos da natureza, por meio da observação empírica e da formulação de hipóteses científicas.

No positivismo o método científico usado estava alicerçado na neutralidade, objetividade, experimentação e tem forte apoio da estatística para que as variáveis sejam objetivamente medidas, guiado pela razão, na busca da compreensão dos dados do mundo físico tal como eles se apresentam, e abstendo-se de supor hipóteses. Abrantes

(2008) relata que por hipótese no século XIX entendia-se por qualquer proposição que fizesse referência a entidades e processos não observáveis diretamente, ou qualquer proposição que não pudesse ser verificada diretamente por indução. De acordo com essa perspectiva, o cientista devia reunir fatos, dados quantitativos, fazer generalizações com cautela e sem saltos.

Modo de fazer ciência baseado no modelo positivista foram sendo criticadas e permitiram a ampliação das perspectivas de investigação científica. De acordo com Gatti (2003):

Questiona-se a relatividade das medidas, cujas mensurações substituem o próprio fenômeno, sem considerar a contaminação valorativa do pesquisador na coleta e tratamento dos dados, nem os vieses intrínsecos dos instrumentos de medida e de sua validade real, da própria discussão sobre as possibilidades concretas de controle das condições de levantamento dos dados. E que, em outros termos, não há ciência *pura, autônoma e neutra*.  
(GATTI, 2003 p. 386)

Um dos mais importantes desses pontos é o de que, na verdade, não há um método científico no sentido de uma receita universal para se fazer ciência (AGUADO, 2003; CHIBENI 2006c). Cada problema pode ser abordado a partir de uma grande diversidade de caminhos e a ordem dos passos a seguir depende da natureza do problema e do próprio caminho escolhido. Além disso, não é possível moldar a investigação científica a nenhum procedimento fixo como regra, e de aplicação automática. O método científico é uma estrutura organizada e sistemática para resolver problemas científicos, e sua aplicação prática, se coloca em curso, na investigação.

A ciência como já dito anteriormente é uma construção humana, produto cultural, social e histórico, é um conhecimento aberto e dinâmico, que está sujeita a alterações e reformulações. Chalmers (1993) ressalta que é imprescindível compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão. Para interpretar e compreender a dinâmica e a complexidade do conhecimento e também da realidade, os cientistas elaboram teorias. E esta só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. Em cada época, determinada disciplina científica desenvolve-se através de teorias centrais (PRAIA, CACHAPUZ E GIL-PÉREZ, 2002a).

Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002a) destacam que as teorias científicas, enquanto versões em construção ao longo dos tempos evidenciam as mudanças e a complexidade das relações entre os conceitos, assim como as próprias visões das comunidades científicas de determinada época. Os autores indicam que as teorias são

peças essenciais na elaboração de uma determinada área científica, determinando em grande parte, os problemas a serem investigados, bem como, as metodologias a desenvolver e servem como referenciais para avaliação dos resultados da investigação.

No entendimento Chalmers (1993) as teorias precedem a observação na ciência, pois esta antecipa e leva à descoberta de novos fenômenos. As observações, experimentos e dados segundo o autor são realizados no sentido de testar ou lançar luz sobre alguma teoria. A teoria científica é uma estrutura orientadora, reguladora e interpretativa da investigação. O seu desenvolvimento não é mero acúmulo de conhecimentos e os dados quantitativos que esta pode proporcionar, não faz sentido se não acontece num marco de uma interpretação teórica.

Sánchez (2000) alerta para a existência de um equívoco sobre o papel que a observação quantitativa desempenha no desenvolvimento das teorias científicas. De acordo com o autor esse equívoco se desprende da ideia de que são os dados obtidos nas medições que abastecem a base científica para a descoberta das leis naturais. Ressalva o autor que isso raramente tem acontecido dessa forma, lembra como exceções: a lei de Boyle sobre pressão e volume de gases, a Hooke com a elasticidade ou Joule com o calor / eletricidade.

É a teoria que permite uma interpretação do mundo, a partir de interações e relações com outras teorias, e estas não são elaboradas pontualmente. Quanto maior a harmonia do corpo de conhecimentos elaborados for, maior é também, o seu valor científico (MARTINS, 1999). Assim as medições e os dados quantitativos necessitam se constituírem em relações, em teias de relações plausíveis, porque com os mesmos dados é possível gerar interpretações diferentes acerca dos objetos e fenômenos. Kuhn (1977) adverte que ocasionalmente, as medições podem se ajustar a duas ou mais teorias rivais.

Cudmani e Sandoval (1991) reforçam:

[...] cada vez que se passa das teorias aos fatos ou dos fatos às conceituações, necessita-se não somente da segurança que oferecem as interconexões do sistema do conhecimento físico, mas também, além disso, de guias quantitativos que reforcem o grau de objetividade e exatidão neste salto. (CUDMANI E SANDOVAL 1991 p.194)

O valor da medição não se dá por ser esta uma operação científica, mas por supor grandezas, e as grandezas são conformações características dos objetos, porque eles existem em quantidades determinadas e no espaço-tempo. As medições são formas de consolidar quantitativamente as teorias, e se apresentam basicamente como formas de precisar as grandezas e controlar melhor as predições das teorias. É através da

medição que a teoria entra em contato direto com o mundo físico, porque medir é relacionar, comparar, classificar operações, que isolam partes do mundo de outras, possibilitando seu tratamento e manipulação, bem como, a reconstrução da realidade num contexto significativo.

Para os dados quantitativos terem sentido muitas vezes exige várias teorias e pesquisas qualitativas prévias, pois é necessário definir com precisão as grandezas que devem ser medidas e quando isto é alcançado, as regularidades, as leis, muitas vezes já estão na mente do cientista. Frequentemente são as próprias leis naturais que determinam as medições a serem realizadas e as regularidades a serem encontradas.

Para Kuhn (1977):

- a) Nenhuma teoria pode ser verificável por uma prova quantitativa que não tenha sido submetida já pela dita teoria;
- b) É indispensável um corpo teórico muito desenvolvido para realizar medições frutíferas.

Esse epistemólogo continua relatando ainda o papel da medição científica que ocorre em dois momentos:

- a) Na ciência normal tem a função de ajudar na consolidação do avanço teórico e assegurar a preparação essencial para o seu contínuo avanço;
- b) Num estado de crise o papel fundamental da medição, é de descobrimento e de confirmação. Na crise a medição atua contribuindo para o avanço científico como arma poderosa na luta entre duas teorias, com o papel de auxiliar na eleição e confirmação entre elas. Kuhn (1998, p.79-83) para esclarecer cita como exemplo o que ocorreu com Lavoisier e o reconhecimento do oxigênio, a partir de uma nova teoria da combustão, em substituição a teoria do flogístico. Neste caso, a medição foi usada como um critério de escolha entre duas teorias e na produção de um consenso estável na comunidade de pesquisadores.

O rigor da precisão na medição tem uma função importante na contrastação de leis e teorias já disponíveis, isto porque um dos benefícios de uma boa confrontação é o seu grau de precisão tanto da predição, quanto dos dados. O uso das medições é em princípio uma segurança de rigor da contrastação, tanto mais elevada quanto mais precisos quantitativamente forem a predições e os dados obtidos.

Ressalta-se, entretanto que os dados obtidos nas medições não estabelecem de imediato uma seleção em casos de desajustes quantitativos com a predição. Os dados quantitativos nem sempre se encaixam perfeitamente na predição e nem se considera

isso um problema. Na aplicação das leis e teorias sempre se idealiza certas condições e esta idealização tem consequências quantitativas importantes em alguns casos.

Assim se faz necessário considerar três pressupostos em relação à medição: o que está relacionado com as leis ou teorias, a confiabilidade dos instrumentos de medição, e a margem de erro admissível. Assim um desajuste entre os dados quantitativos e a predição só é considerado quando estes se apresentam fora dessa margem de erro admitido.

No entendimento de Artetxe (1990) “O êxito das medições reside na demonstração explícita de um acordo já implícito, entre a teoria e o mundo; obtendo um resultado que toda comunidade científica havia previsto que alguém obteria algum dia” (p. 32).

Para Chalmers (1993) a ciência solicita a aquisição de dados com significado, sendo a intervenção experimental necessária como elemento capaz de fazer ressaltar a informação epistemológica relevante e necessária.

A pertinência e a interpretação dos dados e resultados experimentais dependem do contexto teórico, e assim os resultados experimentais constituem provas empíricas de nossas teorias enquanto forem constantemente revisados e atualizados (CHALMERS, 1994).

A construção das teorias e da ciência como indica Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002a) são, quase sempre, o resultado de um processo extenso. Os autores relatam que é necessário percorrer caminhos sinuosos, cujas metodologias e atividades envolvem desde interrogações, relações e interpretações imaginativas, de argumentações fundamentadas, formulações, modelizações, passando pelo cuidadoso recolhimento de dados quantitativos, de elementos observáveis (ou não).

Uma investigação científica é orientada pela teoria, pois é o conhecimento teórico que nos abre possibilidades de interpretação dos dados quantitativos coletados, que de outro modo seriam impossíveis. Pode-se compreender a investigação científica como uma atividade de busca sistemática, controlada, empírica e crítica, de proposições hipotéticas sobre as presumidas relações entre fenômenos naturais. A investigação científica ocorre mediante a utilização de um método procurando obter informações, medições fidedignas e relevantes, de maneira a facilitar o entendimento, verificar, corrigir ou mesmo aplicar o conhecimento.

Chibeni (2006c) observa que as teorias científicas buscam estabelecer os mecanismos causais dos fenômenos. Para o autor tais mecanismos não podem ser

determinados por observação direta, pois estão além do nível fenomenológico, sendo que são, tipicamente, postulados como hipóteses. O objetivo da investigação aponta Bunge (1979) não é o acúmulo de fatos e dados quantitativos, mas sim sua compreensão e que isso só é possível elaborando e desenvolvendo hipóteses precisas.

Para Hegenberg (1969) e Pereira (2009) a hipótese serve como guia para o trabalho do investigador. Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002b) reforçam o posicionamento norteador da hipótese, explicando que essa tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, às observações e as experimentações, servindo à própria investigação. Continuam esclarecendo que a hipótese condiciona fortemente os dados a obter num percurso descontínuo, explicações posteriores dos resultados, balizados por um fundo teórico que lhe dá plausibilidade.

Segundo Núñez e Silva (2008b) a hipótese como uma explicação provisória para um determinado fenômeno observado, tenta estabelecer uma relação de causa-efeito para conduzir a previsões pelas quais poderá ser testada por meio de experimentos. Para Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002b) uma vez formulada a hipótese torna-se necessário, em seguida, a sua confirmação.

As hipóteses constituem um dos recursos instrumentais utilizados pela teoria para orientar a investigação, possibilitando a obtenção de algum tipo de conhecimento, ou sobre as relações entre as variáveis de um fenômeno. Acentua-se que são no marco teórico que se estabelecem perguntas, e se concebem as hipóteses e estas são o objeto da resposta e/ou da verificação científica. A hipótese dirige à observação, a seleção dos fatos relevantes, a coleta de dados, medições das variáveis, e as experiências são realizadas para elaborar hipóteses plausíveis sobre as variáveis que são provavelmente relevantes segundo (NÚÑEZ E SILVA, 2008b; PEREIRA, 2009). Na produção do conhecimento científico das ciências naturais, a definição de hipóteses e a operacionalização de variáveis são essenciais destaca Núñez e Silva (2008b).

É possível diferenciar dois tipos de hipóteses segundo Núñez e Silva (2008b): as causais e as descritivas. Estas fornecem uma caracterização do fenômeno, expressando as qualidades ou propriedades fundamentais externas. Aquelas explicam porque ocorre o fenômeno ou porque se apresentam umas ou outras características (propriedades). Os autores ainda revelam que na estrutura da hipótese se distinguem:

- a) A unidade de observação: refere-se ao objeto a pesquisar;
- b) As variáveis: são as características quantitativas ou qualitativas que são o objeto de procura com respeito à unidade de observação;

- c) Os sistemas lógicos: são expressões que relacionam a unidade de observação com as variáveis, ou as variáveis entre si.

Chibeni (2006c) ressalva que a ciência não trabalha com a noção de hipóteses isoladas, mas sim, com um conjunto de hipóteses integradas por vínculos lógicos e outros de natureza mais geral, que permite ligações entre teorias. No processo de produção de conhecimento baseada na ciência, deve considerar de acordo com Colina (2002):

- a) As abordagens devem ser feitas critérios explícitos e objetivos;
- b) Rigor na elaboração de hipóteses;
- c) Precisão e sistemática nas metodologias utilizadas no processo de investigação;
- d) Desenvolver um planejamento bem estabelecido para o processo de investigação.

Isso significa para Aguado (2003) que o processo de produção de conhecimento baseado na ciência, não é redutível a uma coleção de fatos, vai além, e pretende estabelecer como poderia ter sido no passado e como ela pode ser no futuro, pois deve ser previsível. Assim, a ciência avança quando se consegue estabelecer e resolver os problemas, ou seja, o avanço do conhecimento é dado na medida em que se descobrir e resolver problemas novos.

A medição se faz necessária, enquanto ferramenta para produzir dados empíricos e tem seu papel fundamental nas Ciências Naturais na medida em que se põe ênfase na quantificação dos dados (PEREIRA, 2009). Com a incorporação da medição na ciência desde o advento da ciência moderna na elaboração dos conhecimentos científicos esta passa a ter um papel destacado.

Num dado momento como critério de cientificidade para as ciências naturais, o que é científico é quantificável, mensurável, deste modo, influenciou fortemente até nas pesquisas das ciências humanas. Passando para uma percepção mais relativa de seu valor, entendida como parte de uma teoria, no teste de hipóteses, quer seja para confirmar resultados previstos por estas, quer seja para produzir contradições numa dada teoria científica, permitindo novas observações, experimentos e novos conhecimentos. Assim a medição funciona para interligar os fenômenos do mundo físico, como guia quantitativo de objetividade e precisão.

Na medição recai também um dos aspectos mais interessantes da ciência quantitativa que é o uso da matemática na análise do mundo físico, tratando a natureza quantitativamente, de que modo dar-se número aos objetos ou fenômenos.

Todas as medições e as relações entre grandezas de um trabalho experimental se realizam seja consciente ou inconscientemente, dentro de concepções previstas por uma teoria, por mais rudimentar que seja, para assim dar significado aos dados quantitativos.

Na sala de aula a medição pode ser usada pelos professores conceituar onde e como as conexões entre o mundo cotidiano e a ciência podem ser realizadas corretamente, além de facilitar as atividades de acesso para demonstrar os aspectos histórico, cultural e filosófico da ciência.

### **3.2 MEDIÇÃO E O TRABALHO EXPERIMENTAL**

Núñez e Silva (2008b) apontam como métodos experimentais gerais de pesquisa científica quais sejam: a observação, a medição e o experimento. Dentre esses nas ciências naturais, a medição e o experimento apresentam-se como elementos essenciais para elaboração conhecimento.

A experimentação é parte fundamental do método científico nas ciências naturais, e a medição é parte essencial, para revelar o que está por trás dos fenômenos. A partir de observações e de testes quantitativos, se tem conceitos mais precisos e mais informações sobre os fenômenos (PEREIRA, 2009). As pesquisas nas ciências naturais utilizam experimentos para recolher dados numéricos dos quais se derivam relações, conexões e extraem conclusões.

Como assinala Rosito (2003) um experimento, possibilita ao estudante como proceder nas investigações, que variáveis manipular, que medidas realizar como analisar e explorar os dados obtidos e como organizar seus relatórios.

Medir permite uma relação de compreensão do mundo físico e a integração entre os conhecimentos elaborados. Sua aprendizagem possibilita seu uso em diversos contextos cotidianos.

Passos et. al. (2009) reforça que na atividade experimental exige-se continuamente o levantamento de hipótese e a sua verificação, bem como, a manipulação quantitativa de variáveis.

Medir é conferir números às propriedades dos sistemas materiais segundo as leis desses atributos. É um conjunto de ações experimentais orientadas a determinar uma magnitude de forma quantitativa, usando-se os meios técnicos apropriados, no qual existe, pelo menos, um ato de observação (CARTAYA, 1982 apud HERRERA FUENTES, 2005). Para Nuñez; Silva (2008b), medir é atribuir números ou valores a objetos ou fenômenos de acordo com regras. A medição é a atividade prática de atribuir

efetivamente valores a objetos (às propriedades dos objetos, denominadas magnitudes ou grandezas).

A medição é expressa por meio de uma quantidade numérica e unidade de medida para a amplitude dada. Cada dimensão corresponde uma ou mais unidades. A magnitude, do ponto de vista filosófico, é a caracterização quantitativa das propriedades dos objetos e fenômenos da realidade objetiva e das relações entre eles (PORTUONDO, 1988 apud HERRERA FUENTES, 2005). No processo de medição é possível determinar o valor da quantidade desejada a partir dos valores de outros parâmetros medidos diretamente (HERRERA FUENTES, 2005). É fundamental também conceituar grandeza e aqui se usa a definição de Pereira (2009) assinalando que grandeza pode ser definida, como o atributo físico de um corpo que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado.

Assim se pode usar a definição de García e Martínez, (2009) que indica “Medir uma grandeza é determinar o número de vezes que essa magnitude contém outra da mesma espécie, selecionada como padrão, sendo assim é entendida como um conjunto de operações”. Portanto, na realização de medições é necessário ter um padrão. Os referidos autores esclarecem que o padrão “é a medida materializada, instrumento de medição, material de referencia ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referencia”.

García e Martínez, (2009) apontam dois tipos de medições: medição direta e a medição indireta, sendo assim definidas:

- Medição direta: É aquela em que a grandeza que se pretende medir obtém-se como resultado da aplicação direta do instrumento de medição, compara-se a grandeza a medir com uma unidade da mesma espécie; usam-se aparelhos, instrumentos, máquinas, dispositivos, indicadores que foram graduados previamente por comparação com a unidade da mesma espécie.
- Medição indireta: aplica-se uma fórmula que relacione a grandeza a medir com outras grandezas. Por exemplo: para determinar a intensidade da corrente eléctrica, para determinar a densidade de uma substância, para determinar a energia cinética de um corpo.

A medição tem a capacidade de fixar em números as relações entre as propriedades físicas que se encontram no interior do planejamento experimental, pois

expressa de maneira mais direta a significância da experimentação científica e estabelece a linha de continuidade básica e acumulativa das investigações futuras.

A fase experimental inclui o desenho experimental, suas formas e meios para testar as previsões, o projeto de observações, medições, experiências e outras operações instrumentais. Para Bunge (1976) experimentação não envolve necessariamente o laboratório, os experimentos podem ser realizados fora desse. O autor ainda destaca que a experimentação pode definir mais do que a observação, isto porque ao invés de limitar-se a registrar variações, efetua mudanças deliberadas de alguns fatores do objeto de experimentação: isola e controla as variáveis sensíveis ou pertinentes.

A experimentação se caracteriza em termos gerais pela manipulação controlada de variáveis independentes ao objeto com o objetivo de verificar a variação das dependentes. Essa é a característica segundo Núñez e Silva (2008b) da experimentação como processo de testar hipóteses, ou seja, de manipulação de uma ou mais variáveis independentes e de medir seus efeitos em uma ou mais variáveis dependentes. Os autores descrevem que uma das fases do processo de testar hipóteses implica no planejamento da pesquisa, isso supõe:

- a) Determinar as variáveis dependentes e independentes;
- b) Definir como podem medir-se as variáveis;
- c) Definir como podem variar-se e medir-se a variável independente, e quantas medições serão necessárias, no caso de ser uma variável contínua;
- d) Determinar como manter constantes as variáveis a controlar;
- e) Explicitar qual precisão deve caracterizar as medições.

É fundamental expor importância das medições na experimentação, assim Sánches (2000) assinala que na experimentação são implementadas medidas destinadas a fornecer uma descrição dos fenômenos em termos de quantidade, e estas medidas são uma operação fundamental para as ciências experimentais.

Pereira (2009) completa acentuando que a medida também colabora para a constante busca de objetividade por parte dos cientistas, já que a mensuração amplia a objetividade de uma observação, admitindo sua repetição. Reforça que após organizar um conceito quantitativo de propriedades, é necessário estabelecer escalas, definir unidades e padrões, instituir as operações matemáticas adequadas e, por fim, escolher ou até mesmo, construir os instrumentos apropriados para a mensuração.

Durante a realização dos experimentos os dados estão sendo registrados para medir o efeito das diferentes variáveis. A análise dos resultados da medida abrange,

normalmente, o uso de técnicas estatísticas, pois as medidas reproduzidas de uma grandeza, dificilmente apresentam resultados idênticos daquelas realizadas com técnicas diferentes.

Pereira (2009) ainda alerta para a ocorrência de desvios entre o valor previsto e as várias medidas quando as mesmas estão distribuídas simetricamente em torno de um valor médio. Ressaltando a possibilidade de ocorrência de desvios aleatórios, ou erros de medida, originados pela influência de valores não controlados, que se devem ao observador, aos instrumentos ou às demais condições em que se realiza a operação.

Com o tratamento dos dados é possível calcular os resultados e estes mostram as tendências relacionadas à forma como as variáveis que afetam o sistema está sendo investigado. A interpretação destes resultados irá corroborar ou refutar a hipótese dos dados obtidos à luz do modelo teórico. Os resultados dos testes experimentais são aqueles que determinam de modo simples as decisões de manter ou rejeitar uma hipótese.

O objeto do método experimental se concentra em fornecer respostas a perguntas em uma investigação. Isso requer segundo Clavero e Salguero (2008) controle de variação, ou seja, verificar em que medida e até que ponto a variação observada nas variáveis dependentes pode ser atribuído à variável ou variáveis independentes, tendo em conta as outras variáveis intervenientes (controlados ou não). Analisando os vários procedimentos como a maximização da variação experimental e a minimização do erro de variação, permitindo que o projeto atenda aos requisitos que devem ser respeitadas.

Clavero e Salguero (2008) uma questão importante a considerar sobre a aplicação do projeto experimental e os dados é relativa à sua validade interna e externa. Em geral, pode-se dizer que a validade interna está relacionada com a capacidade de projeto para responder com precisão às hipóteses elaboradas e excluir interpretações alternativas. Por seu lado, a validade externa diz respeito à possibilidade de um projeto para generalizar os dados obtidos em sua aplicação.

Assinala-se a metodologia experimental é um processo que visa descobrir as conexões causais entre os fatos observáveis e variáveis, com o objetivo de elaborar o conhecimento científico, dessa maneira, envolve descrever, explicar, prever e intervir para controlá-los. Seu início está na descoberta da realidade dos fatos a partir do qual se formulam os problemas de pesquisa. Aguado (2003) acentua que não é infalível nem autossuficiente, não ocorre num vácuo de conhecimento, mas é progressivo por ser

autocorretivo, exige a verificação contínua dos pontos de partida, e exige que qualquer resultado seja considerado uma fonte de novas perguntas.

Sánchez (2000) muitas vezes, experimentos científicos só pode ser entendida no contexto de uma teoria que orienta e dirige o pesquisador sobre o que procurar e quais pressupostos devem ser testados experimentalmente. Contudo esclarece o autor que às vezes, os resultados dos experimentos geram informações que servem como base para a elaboração teórica posterior.

Para o trabalho experimental a medição, se faz inerente um conjunto de habilidades e conhecimentos. Na concepção de Nuñez e Silva (2008), o estudo do procedimento de medir se relaciona com a observação, a descrição, a representação de informações, como passos para a solução de situações-problema no contexto escolar e como formas de acesso à motivação e ao interesse dos estudantes pelas ciências. É papel do professor de Biologia propiciar e sistematizar o desenvolvimento da habilidade de medir variáveis no trabalho experimental (PEREIRA, 2009), pois essa habilidade se aplica às diversas atividades dessa disciplina, já desde o ensino médio.

Conforme orientação dos Parâmetros Curriculares Nacionais:

A natureza aproximada das medidas constitui um aspecto numérico que merece atenção especial. Além de orientar os alunos para que desenvolvam estratégias de estimativa e aprendam a julgar o grau de exatidão necessário para uma situação particular, é importante ensiná-los a utilizar adequadamente instrumentos como balanças, relógios, escalímetro, transferidor, esquadro, trenas, cronômetro e a selecionar os instrumentos e as unidades de medida adequadas à exatidão desejada. (BRASIL, 1998, p. 69).

Pereira (2009) assinala para os docentes da área de Ciências Naturais que a tarefa de ensinar a medir em trabalhos práticos aos estudantes do ensino médio está relacionada intrinsecamente com outras habilidades, a serem consideradas como um sistema de habilidades específicas, quais sejam:

- a) ensinar a operacionalizar variáveis de uma hipótese;
- b) ensinar a estimar possíveis erros de medição nos experimentos e a utilizar procedimentos adequados para minimizar esses erros;
- c) ensinar a estimar a validade de uma medição;
- d) ensinar a estimar a confiabilidade de uma medição.

### **3.2.1 Operacionalizar variáveis de uma hipótese**

Nuñez; Silva (2008b) definem “variáveis” como características quantitativas ou qualitativas que são objeto de busca em relação ao objeto a pesquisar. São

características que podem ser observadas (ou medidas) em cada elemento de um fenômeno, sob as mesmas condições (BARBETTA 1998). São grandezas operacionalizadas a fim de quantificar conceitos abstratos e fazer comparações significativas entre fenômenos naturais e suas propriedades, mediados por conceitos a eles relacionados (PEREIRA; UEHARA E NÚÑEZ, 2009). São características quantitativas ou qualitativas que são objeto de busca em relação ao objeto a pesquisar. Variáveis podem ser classificadas entre outras da seguinte forma:

- a) Variáveis Quantitativas: são as características que podem ser medidas em uma escala quantitativa, ou seja, apresentam valores numéricos que fazem sentido. Podem ser contínuas ou discretas.
  - a.1) Variáveis discretas: características mensuráveis que podem assumir apenas um número finito ou infinito contável de valores e, assim, somente fazem sentido valores inteiros. Geralmente são o resultado de contagens. Exemplos: número de filhos, número de bactérias por litro de leite, número de cigarros fumados por dia.
  - a.2) Variáveis contínuas: características mensuráveis que assumem valores em uma escala contínua (na reta real), para as quais valores fracionais fazem sentido. Usualmente devem ser medidas através de algum instrumento. Exemplos: peso (balança), altura (régua), tempo (relógio), pressão arterial, idade.
- b) Variáveis Qualitativas (ou categóricas): são as características que não possuem valores quantitativos, mas, ao contrário, são definidas por várias categorias, ou seja, representam uma classificação dos indivíduos. Podem ser nominais ou ordinais.
  - b.1) Variáveis nominais: não existe ordenação dentre as categorias. Exemplos: sexo, cor dos olhos, fumante/não fumante, doente/sadio.
  - b.2) Variáveis ordinais: existe uma ordenação entre as categorias. Exemplos: escolaridade, estágio da doença (inicial, intermediário, terminal), mês de observação (janeiro, fevereiro, ..., dezembro).
- c) Variáveis independentes: são aquelas observadas ou manipuladas para se averiguar a relação entre suas variações e o comportamento de outras variáveis, ou seja, são aquelas que satisfazem o objeto em função do qual se deseja realizar previsões e/ou controle; são variáveis experimentais,

manuseadas e controladas pelo pesquisador, as quais pretendem explicar as mudanças produzidas na variável dependente (PEREIRA, 2009).

- d) Variáveis dependentes são aquelas cujo comportamento se quer averiguar em função das oscilações das variáveis independentes, ou seja, aquelas que correspondem àquilo que se deseja prever e/ou controlar (BISQUERRA, SARRIERA E MARTÍNEZ, 2004 apud PEREIRA, 2009).

### 3.2.1.1 Operacionalizar variáveis de uma hipótese no trabalho experimental

Operacionar variáveis significa transformá-las em valores concretos capazes de ser efetivamente medidos sem equívocos, dessa maneira, representar as variáveis em função das tarefas por meio das quais elas se exprimem e podem ser medidas (PEREIRA, 2009). Este mesmo autor ressalta que cada dimensão de uma variável teórica deve ser distendida em variáveis empíricas, passíveis de operacionalização.

Para Nuñez e Silva (2008b), o processo de ensinar a operacionalizar variáveis supõe ensinar as seguintes etapas:

- a) Identificar as variáveis (independentes, dependentes e de controle);
- b) Expressar as variáveis em termos em que elas possam ser medidas;
- c) Atribuir valores à variável independente (categorizar as variáveis);
- d) Determinar como proceder ao controle de variáveis;
- e) Apontar como fazer as medições da variável dependente.

### 3.2.2 Estimar possíveis erros de medição e utilizar procedimentos adequados para minimizá-los

O objetivo da medição de uma grandeza é averiguar quantas vezes ela contém a grandeza de mesma espécie tomada como padrão. Esse processo normalmente envolve a utilização de instrumentos com os quais se efetuam medidas. Obviamente, uma vez realizada a medição espera-se um resultado. Por resultado de uma medição, entende-se o valor atribuído a um mensurando obtido por medição.

Qualquer ato de medição é essencialmente inexato e os valores obtidos são números aproximados, porque ao medir uma grandeza não se pode categoricamente afirmar que o valor encontrado é o valor exato (GARCÍA E MARTÍNEZ, 2009).

Na medição de uma grandeza cometem-se erros e interessa conhecer o erro de que pode vir a afetar a medida. Quanto à origem dos erros, segundo García e Martínez,

(2009) podem ser considerados erros de dois tipos: erros sistemáticos e erros acidentais:

- a) Erros sistemáticos - São erros impossíveis de eliminar totalmente, e se deve minimizá-los. Este tipo de erro pode ser, de dois tipos: Instrumentais e pessoais.
  - Erros sistemáticos instrumentais - São aqueles inerentes ao instrumento de medição. A introdução de um aparelho de medida trás consigo erros devido à alteração produzida no circuito, neste caso, o valor lido é inferior ao verdadeiro valor da intensidade da correntes, logicamente sempre está presente o erro de escala.
  - Erros sistemáticos pessoais - São os provocados pelo observador que realiza a medição, o qual tende a viciar o processo pela influência de fatores dependentes dele. Por exemplo, os erros devido a dilatação térmica dos instrumentos causada pela temperatura do corpo humano.
- b) Erros acidentais – são erros que ocorrem quando o observador realiza uma série de medições da mesma grandeza com o mesmo aparelho, usando o mesmo processo, obtem-se, em regra, valores diferentes, pouco afastados uns dos outros. Erros deste teor são erros acidentais; como consequência dos erros acidentais, as medidas oscilam para um e outro lado do valor da grandeza.

É possível segundo Pereira (2009) minimizarem-se ou reduzirem-se alguns desses erros. Por exemplo: é possível reduzirem-se as oscilações nas medidas apresentadas por um instrumento eletrônico, minimizando-se o ruído gerado por sinais eletromagnéticos externos ao circuito desses sinais, através de uma blindagem adequada.

### **3.2.3 Estimar a validade de medições**

Validade é o grau em que uma situação ou instrumento de medição mede o que realmente quer medir (PEREIRA, 2009). É o critério fundamental e essencial para se estimar se o resultado obtido em uma medição é o adequado (GARCÍA E MARTÍNEZ, 2009). Em Ciências Naturais, a validade está relacionada com a maior ou menor capacidade de se controlar o ambiente físico, por conseguinte esse controle na medição está associada à escolha adequada de um instrumento de medida que dimensione realmente a grandeza que se pretende medir, neste caso, a validade é sinônimo de “exatidão” (PEREIRA, 2009).

### 3.2.4 Estimar a confiabilidade de medições

Segundo Kirkwood (2009) confiabilidade é a extensão em que uma aferição repetida por pessoas diferentes em lugares e momentos diferentes, alcança resultados semelhantes, tem haver com fidedignidade, reprodutibilidade e precisão, é basicamente a consistência da medida.

Pereira (2009) acentua que confiabilidade é o grau em que um instrumento de medição está livre de erro aleatório e, conseqüentemente, apresenta como resposta resultados consistentes, tendo como características fundamentais do instrumento de medição, a estabilidade, a consistência e a previsibilidade. Nessa perspectiva o instrumento precisa ser escolhido corretamente, para aumentar a confiabilidade das medições, conseqüentemente diminuir a possibilidade de erros. Esse autor apresenta como erros comuns que afetam a confiabilidade:

- a) Erros na instrumentação;
- b) Falta de consistência da variável a ser medida;
- c) Erros humanos de medida.

Na perspectiva de aumentar a confiabilidade das medições Kirkwood (2009), apresenta ações, quais sejam:

- a) Conhecer o instrumento;
- b) Calibrar o instrumento;
- c) Determinar os possíveis erros do instrumento;
- d) Capacitar observadores;
- e) Padronizar medidas;
- f) Estabelecer protocolos;

Nesse capítulo tratamos a importância da medição, enquanto ferramenta para determinar dados empíricos nas Ciências Naturais na medida em que se ressalta a quantificação dos dados. Sendo assim, o ensino da medição se constitui em conteúdos relevantes para o trabalho prático-experimental na sala de aula de Biologia no ensino médio.

## **Capítulo 4**

# **LIVRO DIDÁTICO E O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS**

#### 4 LIVRO DIDÁTICO E O LIVRO DIDÁTICO DE CIÊNCIAS

Mantovani (2009) citando Francisco Filho (2005) coloca que o livro como surgiu como ferramenta de ensino ainda no século XVI a.C., eram utilizados para o conhecimento da tradição, acúmulo de informações e preparo das novas gerações.

Os livros didáticos no decorrer da tradição escolar e cultural têm se estabelecido como um influente instrumento de seleção, organização dos conteúdos e métodos de ensino, desde tentativas iniciais de organização de um sistema escolar brasileiro, especialmente a partir de 1970, os livros didáticos ampliaram sua importância no cenário educacional brasileiro (SELLES E FERREIRA, 2004), culminando com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Entende-se como livro didático (LD) como um material impresso, estruturado, destinado ao uso individual do aluno, utilizado num processo de ensino-aprendizagem, normalmente recomendado ou adotado pelos professores, que possuem conteúdos em consonância com o programa curricular de uma determinada disciplina, de uma determinada série de estudo. O LD ainda é uma ferramenta didática que auxilia em sala de aula, tanto para o trabalho do professor como para a aprendizagem do aluno.

Choppin (2004) assinala que os livros didáticos assumem, conjuntamente ou não, múltiplas funções. Ele relata que o estudo histórico aponta que estes exercem quatro funções essenciais (podendo variar bastante de acordo com o ambiente histórico-sociocultural, as disciplinas, o nível de ensino, os métodos e as formas de utilização), quais sejam:

- a) referencial, curricular ou programática - o livro didático segue o que está no programa. Constituindo-se num apoio privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações;
- b) instrumental: o livro didático põe em prática os métodos de aprendizagem, vinculados nele pelos seus autores e pelas editoras, ou seja, propõe exercícios ou tarefas que, num contexto, facilitam a memorização dos conhecimentos, ou noutro contexto favorece a formação de habilidades e competências, a ou de resolução de problemas;
- c) documental: acredita-se que o livro didático pode fornecer, sem que sua leitura seja dirigida, um conjunto de documentos textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno. Essa função

- surgiu muito recentemente na literatura escolar e não é universal: só é encontrada afirmação que pode ser feita com muitas reservas em ambientes pedagógicos que privilegiam a iniciativa pessoal da criança e visam a favorecer sua autonomia; supõe, também, um nível de formação elevado dos professores;
- d) ideológica e cultural: sua a função mais antiga de acordo com o autor, a partir do século XIX, com a constituição dos estados nacionais e com o desenvolvimento, nesse contexto, dos principais sistemas educativos, assume um importante papel político. Essa função, que tende a aculturar e, em certos casos, a doutrinar as novas gerações, pode se exercer de maneira explícita, até mesmo sistemática e ostensiva, ou, ainda, de maneira dissimulada, sub-reptícia, implícita, mas não menos eficaz.

O LD no Brasil se estabelece sim como influente instrumento de unificação, de padronização nacional, tanto nos aspectos lingüístico, metodológico e ideológico. Leão e Megid Neto (2006) mostram a interferência do Banco Mundial, na política educacional brasileira, através das orientações no PNLD. Esta instituição de acordo com Cassiano (2007) sugere aos países em desenvolvimento, que propiciem livros didáticos, como a expressão operativa do currículo, compensando assim, as deficiências da formação docente, continua ainda, recomendando que consintam a produção e distribuição dos livros didáticos para o setor privado, que se preocupem em capacitar os professores na sua utilização, além de elaborar guias didáticos para este objetivo.

No Brasil a compra do LD é realizada pela família para alunos de escolas privadas, ou no caso dos alunos da escola pública no Brasil é subsidiado pelo governo federal através de programa específico, que neste caso ainda é responsável pela análise, aprovação e sua distribuição.

A distribuição universalizada do LD para os alunos das escolas públicas acontece no Brasil, como salienta Medeiros e Goulart (2010) devido às baixas condições financeiras da maioria da população e a sua falta de acesso a materiais que divulguem os conhecimentos historicamente elaborados pela humanidade. Assim no Brasil, persiste a necessidade, de existir programas de material didático escolar, providos pelo governo, com aquisição e distribuição anual de milhões de livros didáticos, a fundo perdido (CASSIANO, 2007).

Nesse esforço do governo em fornecer os livros didáticos para estudantes da escola pública, diversos interesses afloram, tais como, políticos, econômicos e ideológicos: editoras, políticas educacionais internacionais e nacionais, concepções de

ciência, de homem, de sociedade que são transmitidas, explícita ou implicitamente, nunca ingenuamente ou sem intencionalidades (MEDEIROS E GOULART, 2010).

Mantovani (2009) destaca que durante muito tempo, o livro didático foi percebido como uma produção cultural menor, e, por isso, era desconsiderado por bibliófilos educadores e intelectuais de vários setores. Atualmente o LD se apresenta como maior fatia do mercado editorial do país, por conseguinte os autores de livros didáticos são os que vendem mais.

Com a demonstrada grandiosidade (CASSIANO, 2007) e a importância deste segmento do mercado editorial que cresce a cada dia, aumenta também a necessidade do controle do governo, para orientar sua concepção e a sua utilidade.

Por outro lado convém destacar que o livro didático é um bem cultural, não está separado de seu contexto político e cultural e das relações sociais de dominação, sendo, muitas vezes, instrumentos utilizados na legitimação de sistemas de poder, além de representativos de universos culturais específicos. São articuladores entre concepções, práticas políticas e culturais, se tornando parte importante da engrenagem de conservação de determinadas visões de mundo.

O livro é uma mercadoria (CASSIANO, 2004; SANTOS E CARNEIRO, 2006, BAGANHA, 2010), portanto subordinado das condições materiais, econômicas e técnicas de um determinado momento, no conjunto de uma determinada sociedade. É dependente de uma indústria editorial, que decide sobre sua circulação no mercado, da escola, que estabelece sua utilização, a organização curricular e das disciplinas às quais estão imbricadas. É condicionado ainda, por correlações de força entre os diferentes grupos sociais e políticos e, da forma como o governo valida a estrutura dessas correlações ou aspira transformá-las.

Nesse sentido os LD podem desvelar, a partir de sua análise, as características do pensamento, das práticas educativas, de valores hegemônicos num certo momento de uma sociedade, possibilitam as perceber as políticas educacionais, a visão de educação envolvida e o seu papel na formação social. Neles estão presentes concepções, ideias, conhecimentos, valores e comportamentos que a escola “deveria” difundir, considerando claro, os aspectos de espaço e temporalidade. Estes também ficam superados, seja pelos progressos da ciência, seja porque estudante avança para etapa seguinte, ou por mudanças na educação. A cultura também está representada no livro didático no seu conteúdo visual e comunicacional, como instrumento importante na vida escolar.

Para Vasconcelos e Souto (2003) a produção, escolha, utilização e avaliação do livro didático envolvem uma complexidade de agentes, um gigantesco mercado de consumo e, principalmente, um objetivo de incalculável valor social: a melhoria da qualidade de ensino.

Embora se esteja num tempo em que a disseminação do conhecimento ocorre através de diversos recursos, no espaço escolar, o livro didático ainda é o recurso material que melhor atende às necessidades escolares, haja vista, que no Brasil para muitos dos professores e alunos é o único recurso. No ambiente escolar brasileiro os livros didáticos funcionam como um apoio ativo e indispensável no processo de aprendizagem, embora não se resuma nele o conjunto de materiais didáticos, possíveis de serem usados. Serve à materialização dos conhecimentos científicos (escolares) como uma referência na procura de informações “precisas e exatas” na solução de dúvidas, é também elemento fundamental à escolarização dos alunos.

O livro didático é importante tanto para o aluno, quanto para o professor no seu cotidiano, tornou-se um material básico de referência, um organizador de conteúdos e atividades. Principalmente neles é que os conhecimentos (que se tornaram patrimônio da humanidade) chegam aos estudantes. O livro, indispensável na materialização de conhecimentos, elemento simbólico da passagem da leitura ao leitor, pois quando o estudante utiliza o livro didático (em grupo ou solitariamente na escola ou em outro ambiente) para sua aprendizagem, está interagindo, se apropriando e internalizando conhecimentos socialmente elaborados.

Convém acentuar que a tarefa profissional desenvolvida pelo docente, em toda sua subjetividade, tem nos livros didáticos apenas um suporte, pois esta tarefa, na atualidade, tem o compromisso de exceder o ambiente escolar, uma vez que o professor é chamado a pensar em na elaboração de conhecimento e na formação dos cidadãos.

Meléndez Rodríguez (2011) os livros didáticos constituem hoje a ferramenta didática de mais ampla utilização e difusão em todos os sistemas e escolas, o que dá origem a desenvolver também sobre seu uso abusivo. Não são poucos os estudantes e pais são alguns latino-americanos que se queixam os professores que dedicam suas classes para repetir a mesma coisa, que o livro ensina e depositam todo o fazer pedagógico nas atividades inclusas nele. Tolerando a desconfiança, que às vezes, o livro didático sabe mais do que o professor, não só da disciplina ou objeto que pretende ensinar, mas também das estratégias didáticas para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem.

Spiassi (2008) assinala que o LD proporciona uma visão de mundo, de sociedade, de homem, de ensino, de ciência, e por isso muitas são as críticas feitas ao seu “poder”, pelo fato de poderem formar ou deformar o seu consumidor (professor e aluno) no desempenho do seu papel de leitor na sociedade, principalmente, porque para muitos, ele é o único material escrito a que elas têm acesso.

Bachelard (2005) já em 1938 fazia críticas ao livro didático de ciências daquele período. Avisava que estes apresentavam a ciência ligada a uma teoria geral, e seu caráter orgânico era tão evidente que será difícil pular algum capítulo, e depois de passadas as primeiras páginas, já não restava lugar para o senso comum; nem poderia se ouvir as perguntas do leitor. “*Amigo leitor* será substituído” pelo severo ultimato: “preste atenção, aluno!” O livro formula as suas próprias perguntas, é o livro comanda. Bachelard continua sua crítica, ao confrontar os livros didáticos do século XX com um livro do século XVIII, assinalando a manutenção do distanciamento existente entre a forma de apresentação dos conteúdos, o cotidiano do leitor, e como está inserido na sua vida cotidiana, destacando que o autor (do livro didático) dialoga com o leitor como se este fosse um conferencista.

Zabala (1998) cita as principais críticas feitas aos LD que se situam num modelo de aula transmissor e dogmático, por distintos movimentos progressistas e os assinala: tratamento unidirecional dos conteúdos; dogmatismo; atribui os conhecimentos como prontos e sem possibilidade de questionamento, eliminando a possibilidade de conflito e por conseguinte, dificultando a formação de atitude crítica do estudante; a seleção exclui informações, pois não é possível colocar todas nesse material; não propiciam a investigação nem o confronto entre a educação escolar e a realidade externa com enfoque interdisciplinares e globalizadores; promovem a aprendizagem mecânica e memorística; não respeita os diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos; impõe ao professor, não somente o conteúdo a ser trabalhado, como também um conjunto de procedimentos que se cristaliza na sala de aula, condicionando seu trabalho.

O livro não pode ser mais encarado dessa forma como manual de instruções, “autoridade absoluta”, “modelo-padrão”, ou mesmo “critério último de verdade”, como em alguns momentos o conteúdo do livro assumia frente ao discurso do professor. Isso quando os livros didáticos não são utilizados como fonte de adestramento ideológico massivo, de políticas centralistas e diretivas de governo.

O que caracteriza o caráter e qualidade didático-pedagógicos de um livro didático é o uso adequado à situação específica da sala de aula numa escola, ou seja, os

bons frutos também dependem diretamente dessa utilização, pode-se determinar e conseguir de um livro êxitos importantes, desde que, se conheçam as necessidades dadas naquele momento, percebendo os limites do livro didático, pra ir além deles.

Nesse sentido Leão e Megid Neto (2006) apontam que a totalidade dos livros didáticos avaliados em 1994 confirma uma visão positivista de ciência, como sendo neutra, objetiva, com verdades definitivas, atemporal e descontextualizada sócio-historicamente.

Siganski; Frison e Boff (2008) em pesquisa com professores de ciências da rede pública de ensino de Ijuí/RS e estes relatam que os conteúdos são apresentados nos livros didáticos, numa sequência linear e fragmentados, com conhecimentos prontos e desvinculados do meio social, fazendo com que a aprendizagem em ciência seja algo afastada da sociedade e da vida cotidiana, e concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a verdade.

Diversas pesquisas têm mostrado tanto no Brasil, quanto em outros países que um papel atribuído aos livros didáticos é o de pautar e controlar o currículo escolar (Choppin, 2004). Os docentes utilizam o livro como ferramenta principal, que direciona a escolha do conteúdo a ser ministrado e sua sequência, bem como, definindo as estratégias de ensino, as atividades de aprendizagem e avaliação para o ensino das Ciências.

Dias e Abreu (2006) afirmam, que os livros didáticos constituem um currículo escrito, o qual nos proporciona um registro documental, como também, um dos melhores planos oficiais para a estrutura institucionalizada da escolarização. As autoras assinalam que o livro didático não deve ser visto apenas como veículo de reprodução vertical de sentidos e de finalidades das políticas curriculares. A produção desses materiais ocorre em distintos contextos que funcionam como ambiente de negociação e formação das políticas curriculares. Esses espaços simbólicos não possuem alcances delimitados com rigor, como também seus significados extrapolam o contexto de origem, percorrem livremente entre os diferentes espaços. Isso permite como coloca Dias e Abreu (2006) entender que os autores do livro didático também constituem outros contextos, e seus textos produzidos em determinado espaço transitam por outros espaços, adquirindo novos sentidos e interpretações.

Nessa perspectiva Dias e Abreu (2006) ressaltam que as políticas curriculares comumente se apropriam de concepções construídas em diversos contextos. Citam a proposta curricular do ensino médio no Brasil, nas quais os PCNEM se apropriaram dos

discursos do campo internacional, como também, de determinados discursos existentes no campo de ensino de cada disciplina, com uma circularidade de influências e reinterpretações que dependem do grau de articulação dos grupos envolvidos nesse processo. Na proposta curricular oficial se encontram neles, de maneira implícita ou explícita, os fundamentos e concepções teórico-metodológicos, nos quais se baseiam para apresentar suas diretrizes e orientações curriculares.

Todavia num modelo curricular de caráter processual, aberto e flexível, exigem uma participação ativa do professor e amplia as suas responsabilidades envolvendo tarefas de planejamento da atividade de ensino, entre elas a escolha e a sequência do conteúdo para abordagem da concepção de ensino a ser utilizada na sala de aula, avaliando seu próprio contexto. O docente não deve admitir a transferência dessa tarefa para a responsabilidade de especialistas, editoras e autores através dos livros didáticos. Como explicam Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (2000), que quando isso acontece, por um lado há uma condução insuficiente na contextualização do currículo, já que suas propostas são feitas para uma esfera educativa generalizada, e, por outro lado, conduz para a ameaça dos professores as usem de uma maneira mecânica e acrítica, sem compreensão suficientemente sobre os fundamentos das propostas editoriais feitas, pois muitas vezes não o é satisfatoriamente explícita.

Há uma necessidade de reorganizar os conteúdos a demarcação e a sequência dos conteúdos é uma tarefa fundamental deve se pautar no conhecimento da disciplina que o docente possui seus fundamentos, objetivos, problemas, leis e teorias, sua história, a prática da sua metodologia e epistemologia, bem como, as interrelações entre ciência / tecnologia / sociedade, associada à sua construção. Deve considerar também as dificuldades da sua aprendizagem pelos alunos, como reflexão para tomada de decisões sobre a realização não só dos objetivos, mas também, as estratégias de ensino e avaliação para o desenvolvimento e a avaliação das unidades didáticas.

Megid Neto e Francalanza (2003) citam o estudo avaliativo de coleções didáticas de Ciências realizada por Amaral e Megid Neto (1997) indicando que os autores de livros didáticos no período pesquisado, procuram incorporar os fundamentos conceituais e os avanços educacionais na área de Ciências, tanto nas páginas iniciais das coleções, quanto nas explicações e na introdução da obra ao professor e aluno.

Por outro lado o progresso do conhecimento científico e tecnológico reflete de forma acelerada e imprevisível, e inevitavelmente o livro didático em pouco tempo se desatualiza em determinados conhecimentos. O docente deve então fazer uso

concomitante de diversas coleções didáticas, ampliando seus estudos com outras fontes de pesquisa, para aproximar os conhecimentos científicos aos escolares, enriquecendo o currículo escolar e procurando possibilitar ao estudante maior conhecimento do mundo em que está inserido.

O trabalho desenvolvido pelo professor, em toda sua subjetividade, tem nos livros apenas um suporte, como material de apoio; fonte de informação e de pesquisa; como recurso dialógico para a organização dos métodos de ensino; e como de intermediário entre os diferentes saberes que constituem os conteúdos escolares. O livro didático pode ser visto como sendo um mediador entre o saber científico e conteúdo disposto para o ensino-aprendizagem em sala de aula.

Alguns professores entrevistados na pesquisa de Siganski; Frison e Boff (2008) destacaram não utilizar apenas o livro didático no planejamento e realização de suas aulas, pois este é muito fragmentado e em grande parte pouco abreviado em suas explicações, por isso procuram outros subsídios teóricos, como outros livros e internet. A busca por outras fontes de informações e conteúdos relacionados aos programas curriculares propostos expandiu-se, e induziu o professor a não mais usar somente o livro didático em sala de aula.

Existe um desejo tácito de que as coleções didáticas contribuam para a propagação das atuais orientações e currículos oficiais, fornecendo ao professor direcionamentos para que este compreenda como estas diretrizes podem ser incluídas na prática escolar. E os livros indicam Selles e Ferreira (2004) formalizam as intenções tanto das comunidades disciplinares, quanto das autoridades educacionais na seleção e organização de aspectos científicos e educacionais.

Entretanto, Megid Neto (2001) afirmou que até aquele momento, o livro didático não corresponde nem a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais, nem tampouco a uma versão fiel do conhecimento científico. Desta maneira a pesquisa, a análise e a reflexão sobre esse material didático passaram a ser vistas como necessárias e essenciais para a complementação e verificação dos conteúdos e da sua própria organização.

Compreende-se o livro didático como um dos materiais com uma função de oferecer aos estudantes o acesso ao conhecimento cientificamente elaborado, historicamente elaborado, contudo, reorganizado diferentemente da produção acadêmica, reestruturando e modificando, os objetos de saber ensinar em objetos de ensino.

Nesse sentido os livros didáticos que se apresentam numa perspectiva apenas facilitadora dos temas científicos, não fornecem oportunidades, e até subtraem do aluno o movimento cognitivo em direção a aprendizagem. O ensino-aprendizagem de ciências é muito mais que promover a transmissão/recepção de conceitos científicos, e os livros didáticos precisam ofertar instrumentos que estimulem e contribuam para a formação integral do aluno.

Megid Neto e Francalanza (2003) indicam que até a publicação desse artigo as duas ou três últimas décadas, não se observava mudança substancial quanto ao conhecimento científico propalado nos livros didáticos de Ciências. As coleções apresentam deficiências ao realçar sempre o produto final da atividade científica, apresentando-o como dogmático, imutável e desprovido de suas determinações históricas, político-econômicas, ideológicas e sócio-culturais. Destacam ainda de acordo com os autores sempre um único processo de produção científica (o método empírico-indutivo), em prejuízo da diversidade metodológica histórica do conhecimento científico, como proposições teóricas baseadas no empirismo, as tentativa-e-erro, acaso, coletânea de resultados de pesquisas, entre outras formas. Os autores ainda ressaltam que o conhecimento alegado pelos livros didáticos de Ciências “situa-se entre uma versão adaptada do produto final da atividade científica e uma versão livre dos métodos de produção do conhecimento científico”.

É com o LD que se espera que o estudante tenha contato com diversas áreas do conhecimento científico acumulado historicamente e não apenas com seus resultados prontos, pretensamente finalizados, como também, ter contato com os processos envolvidos na própria construção desse conhecimento, mostrando a ciência como parte dos saberes da humanidade, e não como verdade absoluta.

Aguiar Júnior (2006) opina que no contexto da produção do livro didático na qual este deve exercer, é o de investimento na autonomia docente, reconhecendo suas competências e de seu âmbito de atuação. São diversas as condições de ensino nas escolas, então para o autor, o livro didático não pode copiar a preferência conservadora de uniformizar orientações para uso em sala de aula, todavia ao contrário disso, ampliar a gama as opções e possibilidades. Nessa perspectiva o docente a partir de sua experiência profissional e individual, avalia essas opções e considera as limitações dos livros e realiza à sua maneira uma mudança de suas proposições no exercício de sua atividade.

Portanto o livro didático de ciências deve ser uma obra aberta, como resultado da cultura, como um acervo dos conhecimentos disponíveis, de um dado período do pensamento humano. Também deve ser problematizador da realidade, mantendo um intenso diálogo com outros tipos de saberes e com o pensamento criativo, que assim vislumbram novos horizontes possíveis no futuro.

O livro didático deve organizar os dados, ordenar as atividades didático-pedagógicas, pode recomendar tarefas complementares, explicações de fenômenos interessantes, estabelecer relações entre ciência/tecnologia/sociedade/ambiente com situações cotidianas, apresentar situações-problema variadas e estimulantes, propor situações trabalhos práticos/experimentais mais elaborados, de modo que favoreçam uma aprendizagem mais produtiva e criativa.

Campanario (2001) coloca que os livros de ciências são utilizados de maneira pobre e muito limitada, e normalmente as principais utilizações dos livros de ciência são como fonte: de informação para alunos e professores; de exercícios e tarefas de classe; de perguntas e exercícios de avaliação. O autor ressalta que os livros didáticos de ciência proporcionam aplicações mais inventivas.

Assim as tarefas propostas nos livros didáticos de ciência podem favorecer diferentes tipos de aprendizagem dependendo do nível exigido de dificuldade. Esta compreensão permite que o docente dê sentido ao livro didático, desenvolvendo as atividades de ensino-aprendizagem para estudantes de determinadas habilidades e competências necessárias, na perspectiva de assimilação dos conceitos fundamentais, e ao desenvolvimento de habilidades no estudo de Ciências.

Então os docentes podem encontrar novos usos para seus essa obras de presença tão significativa na sala de aula. Dessa forma é possível ser usados de maneira diferente, usando os pontos negativos apontados pelas avaliações desses materiais didáticos, para promover da aprendizagem dos estudantes, transformar os erros conceituais, as visões deformadas da ciência e da sua natureza, as explicações insuficientes, em tarefas de natureza produtiva e criativa.

A oferta de algumas sugestões concretas do uso do livro didático para os professores são feitas por Campanario (2001), e essas sugestões de usos apresentadas pelo autor são baseadas em tarefas e abordagens de pesquisas recentes em matéria de compreensão de textos, outras sugestões têm origem nos modos de exibição atuais na filosofia da ciência, e também na experiência docente no ensino superior de Física.

As atividades sugeridas por Campanario (2001) com adaptações (do autor desta dissertação) para os professores para o uso dos livros em processo de ensino-aprendizagem são:

- a) Identificar erros e informar os alunos de sua presença – o livro didático normalmente está associado a um conhecimento científico correto, todavia apresenta erros mesmo que pontuais. Em alguns casos simples, essa procura por erros também pode ser uma excelente tarefa de aprendizagem para estudantes efetuarem. Os erros a buscar podem ser: conceituais, em função de serem apresentados neles muitas vezes modelos superficiais, simplificados, ou aproximações da teoria, o que pode ocasionar erros conceituais não intencionais; imagens e representações dos modelos; e a terminologia por vezes negligenciada;
- b) Avaliar as categorias de atividades e problemas – A tarefa recomendada é classificar uma amostra de perguntas ou tarefas que aparecem no livro dependendo do nível das competências necessárias para respondê-las ou resolvê-los. Sendo efetuada sistematicamente, possibilita ao professor oportunidades de identificar as tarefas e questões indicadas no livro, que se coaduna com os objetivos planejados e as habilidades que se quer formar;
- c) Identificar visões inadequadas ou tradicionais em ciência e dos cientistas – Assim como estudantes, professores, também os livros didáticos têm equívocos sobre ciência e conhecimento científico, relativas à elaboração, epistemologia, sua estruturação e articulação. O LD apresenta biografia de poucos cientistas considerados gênios, como pessoas sem qualquer defeito em seu comportamento público, pessoal ou moral, que buscam desinteressadamente o conhecimento e a verdade. Esta atividade está intimamente relacionada com a história da ciência, pouco ou mal utilizadas no livro didático. A História das Ciências (HC) contribui com exemplos nas quais ajudam a desmistificar a ciência e os cientistas. Esclarecendo o contexto de construção do conhecimento, modificações, quem e como realizam suas atividades (disputas pessoais, corrupção e manobras);
- d) Identificar aspectos que raramente são explicados ou se pergunta - alguns conteúdos científicos permanecem sistematicamente à parte nos livros, e quase ninguém ou nada se questionam sobre eles, como por exemplo, na

explicação sobre permeabilidade seletiva não se deixa claro quais os critérios de seleção do que entra ou sai da célula pela membrana;

- e) Identificar a ausência do conteúdo básico - livros didáticos de ciência não incluem todo o conteúdo que um professor pode considerar básico e necessário para seu contexto de sala de aula e seus objetivos. Nessa tarefa o professor então complementa o LD com conteúdo ausente;
- f) Explicitar as questões conceituais que justificam o conteúdo – O conhecimento científico surge para responder a problemas conceituais, então se elucida para os alunos as questões e conjunturas que despertaram o início, os fatores que influenciaram ou influenciam no tratamento de tais problemas. Nesse caso há uma necessidade de fazer uma abordagem CTSA e da HC;
- g) Identificar conflitos cognitivos e aspectos contraintuitivos – é possível aos professores procurar por situações conflitantes, improváveis e exemplos incomuns em livros nos livros didáticos como uma fonte de tarefas de questionamento ou contra-exemplos, na condução de um conflito cognitivo em seus estudantes. É uma tarefa útil e com grande valor educativo porque demanda aprofundamento e explicação do modelo. É possível também com exemplos contraintuitivos sobrepujar o senso comum e interpretação simples óbvia e errada dos fenômenos. Nesta tarefa, usam-se situações-problema encontradas nos livros para explicitar aos estudantes sobre os aspectos e conclusões contraintuitivas, resultantes da aplicação do conhecimento científico em determinadas situações, como característica importante da formação científica;
- h) Identificar magnitudes com valores irrealis – não raro em muitos exercícios do livro de ciências envolvem grandezas em situações irrealis. A identificação de tais problemas, que envolvem magnitudes irrealis, institui excelente tarefa a ser solucionada fundamentalmente através da comparação entre as grandezas.

As sugestões feitas por Campanário (2001) para o uso do livro didático destinadas a alunos são divididos em dois grandes grupos: os que visam promover o aprofundamento das informações do LD e aqueles que são orientados para promover a aprendizagem sobre a própria aprendizagem (aprendizagem metacognitiva).

No grupo do Processamento de aprofundamento das informações estão:

- a) Explicitam as condições de validade das leis, equações e definições - uma necessidade básica que deve explicitar todas as condições de validade das equações e definições apresentadas nas diferentes unidades didáticas. Os alunos muitas vezes, não são sabedores de que tais equações e até mesmo as leis científicas, são válidas, como estabelecidos, em determinadas situações e em determinadas condições e devem ser aplicada em todas as proposições de modo mecânico;
- b) Gerar e classificar perguntas – Esta é uma variação da tarefa de ler um texto de com perguntas sobre o conteúdo e a resposta dos estudantes. Aplica-se o método que consiste em três fases: primeiro a leitura de um texto pelos alunos; depois a elaboração de perguntas sobre o conteúdo do texto; e a Classificação das perguntas em três categorias: aquelas cuja resposta pode ser obtida o texto; perguntas cuja resposta pode ser inferida das informações sobre o texto; e por fim, perguntas relacionadas ao conteúdo do texto, mas que não pode ser respondida deduzindo dele. É uma tarefa que possibilita conhecer os limites da informação e oportuniza ao aluno fazer inferências e usá-lo corretamente para encontrar o que, inicialmente, não está claro. É útil também como alerta aos alunos com tendência a generalização inadequada ou mesmo aquele que extrapola o que é permitido pelas informações de um texto para estabelecer conclusões. Ainda instiga a curiosidade e criatividade, enquanto motiva ainda mais os alunos pessimistas, porque percebem ter entendido algo, do conteúdo do texto e são capazes de identificar algumas perguntas cuja resposta se encontra nele;
- c) Imaginar experimentos - muitas das afirmações feitas em livros didáticos e apresentadas como verdades, carecem de algum tipo de verificação ou demonstração. Esse vácuo pode servir para o professor como um repertório amplo de tarefa para seus alunos. Neste caso os alunos são estimulados a imaginar experimentos para contrastar com as instruções ou leis apresentadas em livros didáticos. A tarefa de propor experimentos é uma categoria de alto nível cognitivo que pode ser realizada em classe;
- d) Suponha que as leis científicas não são cumpridas - A tarefa que consiste em estimular os estudantes pra tentar imaginar como seriam se as leis científicas não funcionassem ou fossem de outra maneira. Dessa maneira os estudantes

formulam de inferências e hipóteses (as habilidades próprias do pensamento científico) com base em alguns princípios gerais.

No grupo do Aprender sobre a própria aprendizagem estão às tarefas designadas a promover a aprendizagem, tanto no referente aos processos e aos produtos da aprendizagem, quanto ao referente à natureza do conhecimento científico. Propicia aos alunos ainda a assumir a responsabilidade pela sua própria aprendizagem. Estas tarefas são:

- a) A teoria por trás de cada dado experimental da pesquisa - Uma atividade interessante é que os alunos procurem dados num livro de ciências e tentem identificar o método ou a teoria por trás do o método que respaldam o método para obter esses dados. Pode-se fazer debate em sala de aula, questionando: se há dados experimentais puros, se faz sentido falar sobre o contraste entre uma teoria e dados, ou seria mais apropriado falar de contraste entre uma teoria e outras teorias que respaldam os dados;
- b) Aprender porque as definições e afirmações sobre fatos são recordadas melhor - Os autores dos livros de ciência tendem a usar um estilo característico que, indiretamente, favorece esse tipo de aprendizagem. Frequentemente os parágrafos iniciam com uma instrução ou uma afirmação curta a respeito de um fato, seguido de frases complementares mais gerais, amplas com estrutura complexa que desenvolve sobre as nuances do significado, as condições de aplicação, exceções, condições. Então, como os primeiros dados são geralmente mais curtos, demanda um menor esforço para o seu processamento na memória em curto prazo são lembrados melhor. Além disso, os métodos de avaliação podem recompensar este tipo de comportamento do aluno;
- c) Caráter consciente do processo construtivo da aprendizagem - A aprendizagem é um processo ativo em interação com estudantes, com o livro. Uma tarefa que é útil para tomada de consciência de estudantes e de professores, é realização de um resumo escrito pelos estudantes do conteúdo de um texto (curto de até duas páginas, de conteúdo pouco conhecido, entretanto acessível) após sua leitura de um texto. Pode-se realizar uma análise verbal discutido os entendimentos dados (não revelando quem propôs) ficando evidenciadas as interpretações, as alterações como exclusões de determinados detalhes ou adições de informações que não estavam presentes no texto, os equívocos de estudante devido à falta de domínio dos conceitos;

- d) Identificar a estrutura retórica do texto – Esta é uma tarefa que se complementa com a anterior, pois todo texto científico tem uma estrutura particular (introdução, procedimento, resultados, discussão, conclusões), como modelo mental. Conhecimento dessas estruturas ajuda no entendimento da informação que se busca. Assim os estudantes (leitores) podem se tornar mais eficientes identificando a estrutura de um texto e usando como uma orientação para localizar informações relevantes;
- e) Calibrar o próprio entendimento – É a regulação das entre as ações dos sujeitos e suas expectativas para executar uma determinada tarefa. Essa tarefa pode ser realizada usando o seguinte modelo para calibrar o próprio entendimento: inicialmente os alunos leem alguns textos; em seguida, eles são questionados sobre sua confiança em fazer determinadas tarefas relacionadas com o texto (pode ser responder a perguntas ou contestar respostas, ou fazer inferências ou resolver situações-problema); realizam a tarefa; finalmente, se confronta a auto-avaliação com a atuação real dos alunos e os resultados. Esta tarefa propicia aos alunos a tomar consciência de que, por vezes, seus critérios de entendimento são de pouca exigência ou superestimam seu grau de controle da compreensão;
- f) Analisar níveis de generalidade dos modelos e das explicações científicas - Em muitas explicações e modelos científicos se misturam magnitudes e variáveis observáveis, macroscópicas com magnitudes, variáveis ou construtos não observáveis, microscópicas ou abstratas, dificultando a visualização e compreensão em sua totalidade das explicações científicas. Assim a tarefa consiste em analisar e esclarecer com os alunos as interrelações existentes entre magnitudes observáveis e não-observáveis, modelos abstratos e objetos, ou as propriedades perceptíveis.

O conjunto de atividades e tarefas que foi apresentado é um leque variado de recomendações para professores e pesquisadores que atuam na educação científica. Essas atividades e tarefas estão abertas para o seu contraste e experimentação em sala de aula. Campanario (2001) ressalta a vantagem de atividades propostas anteriormente é que essas podem ser implementadas e realizadas no contexto de sala de aula com muitos alunos.

E mesmo que os livros ainda não se apliquem em nenhuma dessas possibilidades, o professor pode romper com o uso do livro didático disponível e

preparar suas proposições. Nisso reside à autonomia e a capacidade do professor como profissional da educação.

O livro didático é um instrumento multifacetado é resultante da influência de vieses políticos (formula e direciona os processos decisórios no controle, na seleção, e na distribuição), mercadológicos (econômicos de produção, e comercialização), ideológicos (hegemonia de poder), refletem a cultura e conhecimento elaborado num determinado momento histórico e social, são idealizados, delineados e escritos por pessoas com interesses, com compromissos diferentes e são fortemente pressionados.

Vasconcelos e Souto (2003) colocam que não adianta um excelente livro didático se o docente não foi preparado para trabalhar objetivos educacionais tão arrojados.

São também ferramentas de cunho pedagógico, como construções curriculares são debatidos, encaminhados para avaliação e seleção, o seu uso, oferece a possibilidade de ressignificação durante as atividades escolares. Os livros têm como outra função a de proporcionar às novas gerações a aquisição do acervo do conhecimento científico com os seus resultados, mas, sobretudo com os processos envolvidos na sua elaboração. A atividade docente, hoje mais do que nunca, tem a obrigação de exceder o universo escolar, pois é necessário pensar a formação integral e à inserção dos alunos na sociedade como cidadãos ativos, críticos, que vislumbram novos horizontes possíveis para a vida em coletividade.

#### **4.1 O livro didático: uma análise histórica**

Como já descrito no início do capítulo Francisco Filho (2005) apud Mantovani (2009) indica que o uso do livro como ferramenta de ensino remonta o século XVI a.C., e poucos eram aqueles que o conseguiam ler, sendo sábio quem conhecesse a tradição, as informações contidas nos livros e educasse os jovens. Mantovani (2009) prossegue expondo que no Médio Império do Antigo Egito, cerca de 4.000 a. C, começaram a serem utilizados livros textos, feitos de papiro, para ajudar a uniformizar o conhecimento dominante. Deste modo, o registro escrito era uma maneira de perpetuar e monopolizar o conhecimento, isto porque os escribas formavam outros escribas, em estrutura familiar de escribas.

Sua origem está na cultura escolar, mesmo antes da invenção da imprensa no final do século XV. Na época em que os livros eram raros, os próprios estudantes universitários europeus produziam seus cadernos de textos. Com a imprensa, os livros

tornaram-se os primeiros produtos feitos em série e, ao longo do tempo a concepção do livro como “fiel depositário das verdades científicas universais” foi se solidificando (GATTI JÚNIOR, 2004, p.36).

Comenius, criador da Didática Magna no século XVII, ressalta que certas características dos livros, poderiam ser mais adequadas para a transmissão dos conhecimentos (MANTOVANI, 2009). Ossak e Bellini (2009) enfatizam que na opinião de Comenius o livro didático deveria se tornar a “partitura” do professor, e desta forma um único livro dá à escola um único professor para todas as disciplinas; e para evitar que vários livros deixem os alunos perdidos em labirintos, ele recomenda uma ordenação e segmentação dos conhecimentos em um único livro, para apenas dessa maneira favorecer o sucesso em uma educação de massas de crianças e jovens.

Cury (2009) situa o início da história do livro didático no Brasil em 1549 com a vinda dos Jesuítas na expedição de Tomé de Souza. Esses livros escolares eram usados para ensinar a leitura e a escrita nas escolas fundadas ao lado da igreja. Livros esses que foram esquecidos com a sua expulsão em 1759. O autor continua relatando que até a criação da Imprensa Régia no Rio de Janeiro em 1808, os livros utilizados para o ensino no Brasil eram produzidos na Europa, os livros utilizados para o ensino no Brasil eram produzidos na Europa, e os autores brasileiros eram enviados previamente à Corte em Lisboa para censura prévia e impressão

Com a vinda de Dom João VI e a corte portuguesa em 1808 chegam no Brasil muitos livros, e também a primeira máquina de impressão tipográfica, que permitiu a instalação da Imprensa Régia, mas passava ainda antes de sua produção por censura prévia.

Com a instituição no Brasil do ensino público secundário ocorrido em 1837, os materiais didáticos utilizados nos colégios exerceram função importante no ensino de ciências. Esses materiais (compêndios, livros didáticos apostilas, ou cadernos de trabalho) selecionavam e organizavam os conteúdos a serem ensinados, mas também, influenciavam na metodologia aplicada pelos professores em sala de aula e, dessa forma, estabelecia a filosofia do ensino de ciências em diferentes épocas (BARRA E LORENZ, 1986).

No colégio D. Pedro II no RJ (única instituição de ensino público secundário da corte) segundo Barra e Lorenz (1986) os LD usados eram originais, traduções ou adaptações de livros europeus, (SELLES E FERREIRA, 2004), na maioria de autoria de

cientistas e educadores franceses destacados, com amplo uso no sistema público francês e refletiam o que havia de “melhor” no pensamento europeu sobre o ensino de ciências.

Nessa perspectiva os conteúdos relacionados se dirigiam aos interesses das escolas européias, em claro prejuízo dos interesses das brasileiras. Caracterizavam-se como assinalam Barra e Lorenz (1986) pela grande quantidade de informações trazidas, com finalidades ilustrativas, ressaltando a transmissão e acúmulo de conteúdos conceituais, em detrimento de atividades e problemas para os alunos resolverem contribuindo para um ensino de ciências pouco experimental, e não desenvolvendo as habilidades científicas.

O reconhecimento no Brasil sobre a importância do livro didático e sua distribuição aos estudantes das escolas públicas do Brasil, pode ser percebido pela existência do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que está orientado ao atendimento dos alunos da educação básica, embora a educação infantil seja única exceção (BRASIL, 2010). Este programa é o mais antigo programa do governo, e no decorrer de sua existência foi aprimorado e teve distintos nomes e modos de execução (BRASIL, 2010).

Iniciou-se no ano de 1929 do século passado, com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL), tinha como objetivos: legislar sobre políticas do livro didático, contribuir para legitimar o livro didático nacional, e incrementar sua produção.

Com a ascensão de Getúlio Vargas ao poder em 1930, algumas medidas foram adotadas no campo da educação, tais como: a criação de uma Secretaria de Estado com a denominação de Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública (através do Decreto-lei n. 19.402 de 14/11/1930, mais tarde o Ministério da Educação); implantação da gratuidade e obrigatoriedade do ensino primário; estabelecimento das normas de funcionamento do ensino; implantação do ensino profissional; bem como, a definição das competências de cada um das esferas administrativas do ensino (federal, estadual e municipal).

Em 1938 é designada a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) através do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38. Nesse Decreto-Lei procura-se diferenciar e deliberar em seu art. 2º parágrafos 1 e 2, o termo livro didático, como:

§ 1- a matéria das disciplinas constantes dos programas escolares;

§ 2 - Livros de leitura de classe são os livros usados para leitura dos alunos em aula; tais livros também são chamados de livros de texto, livro-texto, compêndio escolar, livro escolar, livro de classe, manual, livro didático (BRASIL, 1938).

No art. 3º desse mesmo decreto, se estabelece a primeira política de legislação e controle de produção e circulação do livro didático no Brasil (o livro didático então como principal veículo de conteúdo ministrado). O objetivo era impedir que os livros não autorizados pelo Ministério da Educação fossem adotados no ensino das escolas pré-primárias, primárias, normais, profissionais e secundárias, em toda a República, a partir de 1º de janeiro de 1940. A escolha dos livros caberia aos diretores e aos professores, a partir daqueles presentes na relação oficial das obras de uso autorizado.

De acordo com Azevedo (2005) no período de Getúlio Vargas, a preocupação relativa ao livro didático era estimular a produção para atender e prover a carência existente no país, pois não havia material didático suficiente para ser distribuído aos alunos das escolas públicas da época. A partir desse objetivo maior, continua o autor o governo aproveitou o livro didático de história como instrumento de transmissão do sentimento nacional.

Soares e Rocha (2005) destacam a existência de disputa e debates ideológicos em grupos na sociedade para o controle do sistema educacional o qual seria o principal determinante do futuro do país, responsável pela formação do caráter moral e das capacidades profissionais, na perspectiva de modelar o espírito humano, de acordo com os seus próprios conceitos de certo ou errado, de bem ou de mal.

Depois do fim da ditadura de Getúlio Vargas, o Decreto-Lei nº 1.006/38 foi modificado pelo Decreto-Lei nº 8.460, de 26 de dezembro de 1945. Este novo decreto conservou o arcabouço geral do anterior, contudo introduziu novos encaminhamentos como: a proibição da mudança do livro no decurso do ano letivo e confere ao INL o encargo da publicação oficial dos livros didáticos, e restringe o professor a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos, conforme definido no art. 5º desse decreto:

Os poderes públicos não poderão determinar a obrigatoriedade de adoção de um só livro ou de certos e determinados livros para cada grau ou ramo de ensino nem estabelecer preferência entre os livros didáticos de uso autorizado, sendo livre aos professores de ensino primário, secundário, normal e profissional a escolha de livros para uso dos alunos, uma vez que constem da relação oficial das obras de uso autorizado. (BRASIL,1945)

Ao fim da era Vargas (1930-1945), os assuntos relativos ao livro didático foram delegados a diversos órgãos no curso dos diferentes governos, entretanto sem deixar de existir problemas abrangendo o preço do livro didático, sua qualidade e propostas de avaliação, denúncias de corrupção, e outros tantos (SOARES E ROCHA, 2005).

Todavia até 1946 a maioria dos LD de ciências adotados no Brasil eram ainda traduções ou adaptações dos mais populares manuais franceses de Física, Química e Biologia, e estabelecidos como o modelo a ser seguido nacionalmente (SELLES E FERREIRA, 2004; BARRA E LORENZ, 1986).

A partir da segunda metade do séc. XX iniciaram movimentos patrocinados pelo Ministério da Educação, cujo objetivo era a elaboração de materiais didáticos que de acordo com Barra e Lorenz, (1986) incorporassem conhecimentos atualizados sobre ciências e seu ensino, mas que incluíssem conteúdos selecionados e organizados de modo a se tornarem relevantes para a maioria das escolas brasileiras. Após a segunda guerra a influência francesa foi progressivamente sendo substituída pelos países de língua inglesa e, notadamente, por uma forte influência estadunidense (FERREIRA E SELLES, 2004).

O Diretor do Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP) Anísio Teixeira criou em 1952, com o objetivo de suplantar as deficiências de qualificação dos professores do ensino secundário duas campanhas: Campanha de Inquéritos e Levantamentos do Ensino Médio e Elementar (CILEME) para o levantamento das deficiências no processo de ensino e a Campanha do Livro Didático e Manuais de Ensino (CALDEME) com a função de elaborar livros didáticos, guias e manuais de ensino para professores e diretores das escolas, para suprir as deficiências identificadas nos inquéritos da CILEME (CURY, 2009).

De acordo com Cury (2009) em 1955, a CALDEME foi absorvida pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais (CBPE), vinculado ao INEP. No ano seguinte, continua o autor é transformada em Campanha Nacional de Material Escolar (CNME) instituída oficialmente pelo Decreto no. 38.556 de 12 de janeiro de 1956. O material escolar, diferente da merenda escolar, não era fornecido gratuitamente, mas vendido por preço não superior ao do seu custo, estabelecia o decreto.

Fernandes (2004) em pesquisa sobre a memória de usuários de livros didáticos que fizeram uso desses materiais no período de 1940 a 1970 verificou uma tendência do uso do LD como fonte de resolução de exercícios. Santos e Carneiro (2006) acentuam que no período de 1940 a 1950 uma minoria de livros começa a incorporar exercícios, problemas e questionários ao final da obra e/ ou de cada capítulo, tendência essa que

continua até 1960, e a partir daí a conjunto dos livros passa a apresentar exercícios e questionários, com o número crescente nas décadas seguintes.

Um fato marcante no Brasil que repercutiu fortemente no ensino de ciências nas três décadas seguintes foi a criação em 1946, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC), com o objetivo segundo Barra e Lorenz, (1986) de estimular a melhoria da formação científica dos alunos, aperfeiçoando o ensino de ciências pela introdução e adoção do método experimental em sala de aula, o que poderia contribuir significativamente para o desenvolvimento nacional. Em 1950 foi criada a Comissão Paulista dessa instituição, que ajudou bastante no desenvolvimento do IBECC.

Entre as várias atividades desenvolvidas Barra e Lorenz (1986) destacam que a produção de material didático (livros-textos, equipamento e material de apoio para as práticas em laboratório) como as mais importantes.

O IBECC trabalhou na produção de *kits* experimentais, e em 1952 os *kits* de química para alunos do ensino médio (2º ano) foram disponibilizados, os compradores recebiam uma caixa com material para realização de experimentos e um folheto (um por mês) com instruções para execução (BARRA E LORENZ, 1986). Com o projeto “Iniciação Científica”, e o apoio da Fundação *Rockefeller* e pelo Ministério da Educação, a partir de 1955 foram produzidos *kits* de Física, Química e Biologia para estudantes do primário e do secundário. Nesse *kit* havia material para realização de experimentos e um folheto com leitura complementar para cada uma das referidas disciplinas. O objetivo desse material como esclarece Barra e Lorenz (1986) era que os estudantes desenvolvessem uma atitude científica através da execução de experimentos (mesmo fora da escola) e aprendessem a solucionar problemas sozinhos.

O lançamento do satélite soviético Sputnik (1957) desencadeou um movimento de renovação do ensino de ciências nas escolas ocidentais, na tentativa de suplantar a superioridade técnico-científico da União Soviética. Esse acontecimento influenciou intensamente as atividades do IBECC segundo Barra e Lorenz (1986).

Organizações internacionais patrocinaram encontros para debates e estudos sobre o ensino de ciências e, principalmente, sobre a necessidade de elaborar novos materiais para diminuir a distância entre os países ocidentais e a União Soviética. Desses encontros, indicam Barra e Lorenz (1986) surgiu nos Estados Unidos grandes projetos curriculares, com a produção de materiais didáticos inovadores, tais como: *Biological Science Curriculum Study (BSCS)*; *Physical Science Study Committee*

(PSSC); *Project Harvard Physics*; *Chem Study e Chemical Bond Approach* (CBA) e na Inglaterra, a Fundação *Nuffield* também financiou projetos para o ensino das ciências naturais.

É na década de 1960 que se inicia e se desenvolve fortemente a Aprendizagem por Descoberta em conformidade com os pressupostos piagetanos, que dá ênfase aos métodos em detrimento aos conteúdos específicos que o aluno deve aprender. A importância está na aplicação de todas as estratégias de pensamento formal, e de acordo com este enfoque, o processo ensino-aprendizagem deve se organizar na abordagem e resolução de situações abertas nas quais os estudantes podem construir as leis e os princípios científicos (CAMPANARIO E MOYA, 1999).

Os materiais elaborados nesses projetos tinham embasamento nesse enfoque, ressaltando a participação do estudante no processo de investigação científica, “fazendo” e “praticando” “ciência” pelo “método científico”. O realce dado nesses materiais era para induzir o estudante a “pensar como cientista”, levando-o a realizar processos de produção da ciência a partir de etapas, como: observação, classificação, inferência, coleta de dados, controle de variáveis, interpretação dos dados e conclusão.

Este seria o método ideal para desenvolver seu raciocínio, promover a aquisição de habilidades do pensamento formal que, por conseguinte, permitiria que o aluno para resolver qualquer problema em praticamente qualquer domínio de conhecimento, na sala de aula e no cotidiano.

Lorenz (2008) explica que o BSCS em função da diversidade de conteúdos e métodos empregados na Biologia sistematizou o curso em três versões diferentes de materiais, cada uma com abordagem distinta, contudo apresentava muitos conteúdos em comum. As versões eram:

- a) a Azul, focada no nível molecular, ou bioquímico;
- b) a Verde, que enfatizava o nível ecológico;
- c) a Amarela, que enfocava o nível celular, ou genético.

Além desses, uma versão dirigida especificamente para estudantes com dificuldades de aprendizagem, intitulado *Patterns and Processes* (LORENZ 2008).

Em 1961 a Fundação Ford financiou o projeto de distribuição de *kits* por órgãos do governo (além da possibilidade de venda ao público) e de materiais didáticos elaborados nos EUA, e também, o treinamento de professores de ciências.

Outro fato importante para as atividades do IBECC foi a revogação da obrigatoriedade de adoção dos currículos estabelecidos nos programas oficiais pela Lei

de Diretrizes e Bases (LDB) nº 4.024/1961. Com isso foi possível adotar programas curriculares produzidos no exterior, e também permitiu às escolas escolher os conteúdos a serem desenvolvidos junto com materiais já adotados em outros países (BARRA E LORENZ, 1986).

Com essa oportunidade o IBECC promoveu a tradução e adaptação dos projetos estadunidense (no intuito de tornar os livros úteis para as escolas do Brasil), seguido da produção de equipamentos de laboratório sugeridos nos livros-texto e pelo treinamento de professores nos novos materiais (BARRA E LORENZ, 1986). A produção dos materiais teve com base o conceito de ciências como um processo de investigação e não só como um corpo de conhecimentos sistematizados. O livro didático então seria um meio de transformar e renovar o ensino de ciências a partir da modificação do comportamento de professores e alunos em sala de aula.

Para a publicação desses materiais (traduzidos e adaptados) o IBECC de acordo com Barra e Lorenz (1986) fez um convênio com a Universidade de Brasília e com o auxílio financeiro da *United Agency for International Development* (USAID), para os 36.000 primeiros exemplares publicados. Entre 1961 e 1964 o financiamento da Fundação Ford e da USAID, segundo os autores, permitiu a introdução no Brasil da versão verde do BSCS e os textos do CBA e PSSC. Depois a versão azul do BSCS (1966), o *Chem Study* (1966), o IPS (*Introductory Physical Science*) em 1966, “*Geology and Earth Science Sourcebook*” (1967) e o “*Nuffield Biology*” (BARRA E LORENZ, 1986).

Em 1965 é celebrado um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a USAID que instaura a COLTED - Comissão do Livro Técnico e Livro Didático pelo Decreto nº 59.355 de 4 de outubro (BRASIL, 2010). A finalidade era ordenar as ações concernentes à produção, edição e distribuição do livro didático. Entretanto, incentivava a livre concorrência, para intensificar a produção e melhoria da qualidade do livro técnico e do livro didático, diminuir-lhes os preços de custo e de venda. A gratuidade do material escolar continuava acessível aos mais necessitados.

Esse acordo garantiu ao MEC recursos suficientes para a distribuição gratuita de 51 milhões de livros no período de três anos (BRASIL, 2010), e as verbas públicas permitiu ao governo financiar a continuidade do programa.

De acordo com Arapiraca (1982) apud Azevedo (2005) o primeiro acordo foi assinado em 31/03/1965 entre a USAID e o Ministério da Educação do Brasil, na qual

foi criada a Equipe de Planejamento de Ensino Médio – EPEM, formada em número igual de brasileiros e estadunidenses. A partir desses acordos, foram produzidos centenas de milhares de materiais literalmente descartáveis, isto porque o uso das obras didáticas produzidas tinha vigência de apenas um ano.

De acordo com Mantovani (2009) esse acordo recebeu dos educadores brasileiros severas críticas; entre as quais a distribuição de responsabilidades: enquanto o MEC e o Sindicato Nacional de Editores de Livros (SNEL) tinham apenas responsabilidades de execução, os órgãos técnicos da USAID eram responsáveis por todo o controle do processo. Além disso, o apoio da USAID nada mais seria do que um modo de controle americano das escolas brasileiras, e, por conseguinte do conteúdo livros didáticos.

Azevedo (2005) afirmar que, com essa política, houve retrocesso, pois os assessores dessa agência interferiam diretamente nos programas formulados para o livro didático brasileiro. Outros acordos foram realizados, com a finalidade de “modernizar” o ensino brasileiro, proporcionando, treinamento aos técnicos brasileiros em educação. A modernização baseou-se segundo Arapiraca (1982) apud Azevedo (2005) não com base nos padrões mais desenvolvidos do ensino estadunidense, e sim como parâmetro o ensino praticado nas comunidades de baixa renda daquele país, ou seja, um sistema de ensino de qualidade questionável.

O IBECC nas décadas de 1960 e 1970 continuou suas atividades e produziu textos e materiais de laboratórios para o ensino de ciências, colocados inicialmente em forma de módulos, e depois transformado em dois livros-texto para o aluno além de dois guias para os professores (LORENZ, 2008). Nesses materiais as atividades experimentais estavam presentes junto com os textos, dessa maneira os experimentos estavam imersos no programa de estudos.

Até 1965 haviam sido produzidos mais de 140 mil exemplares dos textos e segundo Maybury, (1975) citado por Barra e Lorenz (1986) cerca de 25.000 *kits* experimentais. Entre 1965 e 1972 foram publicados 209 mil exemplares do volume 1 da versão Azul e 115 mil do volume 2 do BSCS.

Foi em 1967 que ocorreu a criação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), destinada a comercializar e industrializar os materiais produzidos, como também, realizar cursos para professores primários; coube também a nova instituição a produção de programas específicos para o ensino superior (BARRA E LORENZ, 1986). O IBECC e a FUNBEC, trabalharam em conjunto, tendo como enfoque metodológico a Aprendizagem por Descoberta.

A Campanha Nacional de Material de Ensino (CNME) desenvolveu atividades regulares, sem alterações normativas, até abril de 1967, quando foi criada a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), que a absorveu. A FENAME deu continuidade ao trabalho da antecessora CNME, assumindo características de empresa, com linha de produção (possuía gráfica própria), distribuição e comercialização de material (CURY, 2009).

Selles e Ferreira (2004) destacam que todas as influências estrangeiras acenderam exatamente em um momento político conturbado (ditadura militar), de reforma da legislação educacional, com a obrigatoriedade do ensino de Ciências como disciplina escolar nas séries iniciais do ensino fundamental. A acelerada multiplicação em número de títulos de livros didáticos despontou no contexto dessas reformas e vieram atender às necessidades dos professores dessas séries iniciais, que passaram a ter que ministrar aulas de Ciências, sem formação adequada (SELLES E FERREIRA, 2004). Deste modo os professores passaram a adotar o livro didático como orientador didático-pedagógico do seu trabalho em sala de aula, selecionando e sistematizando os conteúdos, as atividades e os métodos de ensino.

Em 1970 o Ministério da Educação, firma parceria com as editoras nacionais para adoção do sistema de coedição de livros, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL) através da Portaria nº 35 de 11/3/1970. No ano seguinte o INL desenvolve o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), e assume as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros de responsabilidade da COLTED. Com o fim do acordo MEC/USAID, foi imprescindível a contrapartida dos estados da federação, se concretizando com a fundação do sistema de contribuição financeira dos estados para o Fundo do Livro Didático.

Com a promulgação da LDB 5692/71, que implantou o ensino profissionalizante, o Ministério da Educação instituiu o PREMEM (Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências). O programa teve recurso financeiro da USAID (parcial) e pelo MEC e tinha como objetivo proporcionar a alunos e professores materiais didáticos de qualidade e adequados a realidade brasileira, treinar os professores no uso desses materiais entre outras, para o atendimento as novas exigências impostas pelas alterações curriculares da referida LDB. Barra e Lorenz (1986) ressaltam que:

[...] todos os materiais desenvolvidos partiram de uma percepção comum do ensino de ciências: ênfase na vivência, pelo aluno, do processo de investigação científica. Essa visão de ciências como processo não se refletia nos livros didáticos até então utilizados em nossas escolas. Assim, a partir da década de 70, os materiais curriculares desenvolvidos pelo IBCEC/FUNBEC e pelo PREMEN [...] preconizavam a mais moderna visão de ciências: [...] (BARRA E LORENZ, 1986, p.1982)

No mesmo período dos projetos estadunidense, o Reino Unido lançou o projeto *Nuffield*, que ficou bastante restrita à Grã-Bretanha e suas antigas Colônias, não tendo grandes repercussões em outros países (PINHO ALVES 2000). Embora não tenha tido a mesma penetração e influência desses projetos, também foi traduzido e utilizado por escolas e professores brasileiros (BARRA E LORENZ, 1986; SELLES E FERREIRA 2004).

O projeto *Nuffield* englobava Biologia, Química e Física, atendia os cinco anos obrigatórios de ensino de Ciências, reestruturava todo o ensino de Ciências segundo novas base metodológicas, com a expectativa de um currículo de Ciências que fosse estimulante para o aluno e que pudesse conduzi-lo, através de suas investigações e argumentos, a compreensão sobre a ciência (PINHO ALVES 2000).

Selles e Ferreira (2004) acentuam que é possível reconhecer a crescente influência dos países de língua inglesa a partir dos apelos do mercado editorial, e dos autores de livros didáticos, diante de um mercado em rápido crescimento, buscaram, mais uma vez, inspiração em livros desses países. Tal fato segundo as autoras acabou por sedimentar nos livros os uma realidade inexistente, pois apresentam padrões típicos de regiões do Hemisfério Norte.

Era possível de acordo com Pinho Alves (2000) encontrar em projetos de ensino do PSSC desse período a Instrução Programada, adotada como matriz orientadora, com enfoque teórico baseado no condutismo (psicologia comportamentalista skinneriana, ou behaviorismo). Pinho Alves (2000) enfatiza que para usar esta teoria na elaboração de textos, foi preciso desenvolver uma apresentação do conteúdo em pequenas parcelas, onde cada uma representasse um “estímulo” ao estudante, para o qual este deveria dar sua “resposta”, sendo aplicado, em seguida, o respectivo “reforço”.

O governo pelo Decreto nº 77.107, de 4/2/76 assume a compra de grande parte dos livros para distribuição parte das escolas e das unidades federadas. Ocorre a extinção do INL, e a responsabilidade pelo cumprimento do programa do livro didático é direcionado para Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME), com aporte financeiro do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e de

contrapartidas mínimas dos estados da federação (BRASIL, 2010). Nesse período a maioria das escolas municipais é excluída do programa por escassez de recursos para atender todos os alunos do ensino fundamental da rede pública.

Em 1983 é criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) com a substituição do FENAME, e incorporação do PLIDEF. Na ocasião, o grupo de trabalho encarregado do exame dos problemas relativos aos livros didáticos propõe a participação dos professores na escolha dos livros e a ampliação do programa, com a inclusão das demais séries do ensino fundamental.

O Decreto nº 91.542, de 19/8/85, é criado o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, que ocasiona mudanças nos rumos, como:

- a) Indicação do livro didático pelos professores;
- b) Reutilização do livro, implicando na eliminação do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos;
- c) universalização do atendimento do programa para os alunos de todas as séries do atual ensino fundamental (1ª a 8ª série, na época assim denominado);
- d) Fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores;
- e) distribuição gratuita às escolas públicas e sua aquisição com recursos do Governo Federal.

Azevedo (2005) explica que a política seguida por esse órgão se limitava basicamente à compra e distribuição do livro didático, sem, no entanto, ter a preocupação de avaliar a qualidade do material que era distribuído aos estudantes das escolas públicas do nosso país.

A Constituição Federal promulgada em 1988 em seu Art. 208 estabelece no seu inciso VII: atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde.

Durante a década de 1980 e 1990 o enfoque condutista é presente nos livros didáticos de ciências naturais, com uma quantidade densa de informações, a serem memorizadas, com exercícios de fixação ao final de cada capítulo, direcionados para as provas de vestibulares. O aluno com um papel passivo diante de um ensino de

transmissão/recepção. Santos e Carneiro (2006) destacam que os livros didáticos eram depositários do conhecimento para cadernos de exercícios, e, muitos de seus autores eram professores de cursinhos preparatórios para o vestibular e os seus livros foram adaptações de suas apostilas.

Santos e Carneiro (2006) citando Fracalanza (2006) mostra que esse autor identificou, no período de 1971 a 2000, que dentre os 76 trabalhos acadêmicos sobre LD averiguados, havia alusão a 18 projetos de ensino de Ciências, que puderam ser caracterizados como inovadores. Os autores ainda enfatizam que “apenas dois desses projetos foram publicados por editoras comerciais que possuem sistema de distribuição e divulgação nas escolas, de forma que os demais permaneceram desconhecidos pela maioria dos professores do Ensino Médio” (p.217).

A década de 1990 ocorre diversas situações, em 1992 pelas limitações orçamentárias a distribuição dos livros é comprometida e há um recuo na abrangência da distribuição, diminuindo o atendimento até a 4ª série do ensino fundamental. No ano de 1993 a Resolução CD/FNDE nº 6 atrela, recursos para a aquisição dos livros didáticos reservados aos alunos das redes públicas de ensino, dessa forma, passa a existir um fluxo regular de verbas para a compra e distribuição do livro didático.

Nos anos de 1993/1994 são deliberados critérios para avaliação dos livros didáticos, com a publicação “Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos” MEC/FAE/UNESCO (BRASIL, 2010). Progressivamente há um retorno à universalização da distribuição do livro didático no ensino fundamental, em 1995, são contempladas as disciplinas de matemática e língua portuguesa e no ano seguinte a de ciências e, em 1997, as de geografia e história.

A FAE é extinta em 1997 e a responsabilidade pela política de execução do PNLD é transferida totalmente 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 (BRASIL 2010).

Na década 2000 algumas modificações são implementadas: os livros didáticos passam a ser entregues no ano anterior ao ano letivo de sua utilização; 2001 - O PNLD amplia o atendimento aos alunos com deficiência visual que estão nas salas de aula do ensino regular das escolas públicas, com livros didáticos em braille. Atualmente, esses alunos são atendidos também com livros em libras, caractere ampliado e na versão

*MecDaisy* (BRASIL 2010). O PNLD em 2002 realizou a 1ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível) nos anos iniciais e distribuição integral para os anos finais.

No ano seguinte o PNLD executou 2ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível) nas séries iniciais e para as finais 1ª reposição e complementação. O PNLD alcança nesse mesmo ano o objetivo de contemplar todos os estudantes do ensino fundamental com um material pedagógico que os acompanhará continuamente em todas as suas atividades escolares aos ingressantes na 1ª série e atende aos alunos das 7ª e 8ª série com distribuição dicionários de língua portuguesa. São distribuídos, ainda, Atlas Geográfico para as escolas que possuem, simultaneamente, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e turmas de 5ª a 8ª série do ensino regular.

Um fato importante para o ensino médio ocorre nesse ano de 2003 que é publicação da Resolução CD / FNDE nº. 38, de 15/10/2003, que institui o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). O atendimento, no entanto, na aquisição e distribuição dos livros didáticos para os estudantes do ensino médio foi instituído progressivamente. Em 2004, seu primeiro ano de execução, foi adquirido livros de matemática e português para os alunos do 1º ano do Norte e do Nordeste no ano posterior para todos os anos e regiões do país.

No PNLEM de 2006, houve reposição e complementação dos livros de matemática e português, distribuídos anteriormente, além da compra integral dos livros de Biologia. - Distribuição de livros didáticos de todos os componentes curriculares para o 1ª segmento do ensino fundamental (1ª à 4ª série/1º ao 5º ano), no âmbito do PNLD 2007, e a segunda reposição e complementação do PNLD/2004 (5ª à 8ª série/6º ao 9º ano).

Em 2007 é regulamentado o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA) com a Resolução CD/FNDE 18, de 24/04/2007. Acontece então a distribuição, a título de doação, de obras didáticas às entidades parceiras do Programa Brasil Alfabetizado (PBA), com vistas à alfabetização e à escolarização de pessoas com idade de 15 anos ou mais.

No PNLEM 2008 a distribuição de livros didáticos é integral para química e história mais reposição e complementação de Matemática, Português e Biologia. No PNLD ocorre nos iniciais a 1ª reposição e complementação (plena para 1ª série consumível) e nos anos finais – distribuição integral.

Em 2009, foram investidos R\$18,8 milhões na compra de 2,8 milhões de obras do PNLA, direcionadas à alfabetização de jovens e adultos, para utilização no mesmo ano. Nesse ano, passaram a ser atendidos pelo Programa, além dos alunos das entidades parceiras do PBA, os alfabetizando jovens e adultos das redes públicas de ensino (BRASIL, 2010). Nesse âmbito é publicada a resolução a CD/FNDE nº. 51, de 16/09/2009, regulamentando o Programa Nacional do Livro Didático para a Educação de Jovens e Adultos (PNLD EJA) para atender estudantes jovens e adultos também em sua fase de alfabetização.

Também é publicada em 2009 a resolução CD/FNDE nº. 60, de 20/11/2009, que estabelece novas regras para participação no PNLD: a partir de 2010, as redes públicas de ensino e as escolas federais devem aderir ao programa para receber os livros didáticos. A resolução 60 inclui ainda as escolas de ensino médio no âmbito de atendimento do PNLD, além de adicionar a língua estrangeira (com livros de inglês ou de espanhol) aos componentes curriculares distribuídos aos alunos de 6º ao 9º ano. Para o ensino médio, também foi adicionado o componente curricular língua estrangeira (com livros de inglês e de espanhol), além dos livros de filosofia e sociologia em volume único e consumível (BRASIL, 2010). Assim no PNLEM acontece a distribuição integral de matemática, português, biologia, física e geografia, mais reposição e complementação de química e história.

Em 2010, para utilização a partir de 2011, foram investidos R\$893 milhões na aquisição e na distribuição de 120 mil livros para todo o ensino fundamental. Houve reposição e complementação para anos iniciais, sendo plena para alfabetização lingüística e alfabetização matemática de 1º e 2º anos, e distribuição integral para anos finais (BRASIL, 2010). Para esse segmento foram distribuídos livros de língua estrangeira pela primeira vez. Para o ensino médio, foram investidos R\$184 milhões para a aquisição e distribuição de 17 milhões de livros, para complementação e reposição da distribuição integral realizada em 2009 (BRASIL, 2010). Neste ano o atendimento à EJA foi expandido, com a inclusão do PNLA ao PNLD EJA. Assim, passaram a ser atendidos os alunos de 1º ao 9º ano das escolas públicas e entidades parceiras do PBA. Nesse ano foram investidos R\$20 milhões na aquisição e distribuição de mais de 2 milhões de livros direcionados à alfabetização (BRASIL, 2010). Há ainda em 2010, a publicação do Decreto nº. 7.084, de 27/01/2010, que dispõe sobre os procedimentos para execução dos programas de material didático: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e o Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE).

Já no PNLD 2011 (cujo material está sendo utilizado inicialmente em 2012) o FNDE adquiriu e distribuiu para os estudantes de 1º e 2º ano a complementação plena dos livros de alfabetização lingüística e alfabetização matemática, para os estudantes do ensino fundamental serão distribuídos os livros anteriormente escolhidos, para reposição e complementação, também foram destinados livros para atender aos estudantes da EJA. Os estudantes ensino médio receberão integralmente os livros como também vez receberão livros de língua estrangeira (inglês e espanhol) e livros de filosofia e sociologia em volumes únicos e consumíveis (BRASIL, 2010).

É necessário assinalar a importância do PNLD para países como Brasil, na qual a aquisição do livro didático é difícil, porque normalmente a família não possui condições financeiras, este material que tem custo elevado (MACHADO, 1996). Assim este insumo básico para o ensino é subsidiado pelo poder público, com uma política de fornecimento de livros apesar das críticas aos vícios políticos, possíveis irregularidades no uso recursos financeiros principalmente no passado, ou mesmo ser uma mercadoria editorial, que faz o Brasil ser um dos maiores ou o maior comprador de livros do mundo (CASSIANO, 2007). De modo simplificado este é o histórico das políticas destinadas à aquisição e distribuição de livros didáticos para os estudantes das escolas públicas do Brasil, em diversas décadas em seus principais momentos.

#### **4.2 O PNLD e a avaliação dos livros didáticos de Biologia**

Na contemporaneidade com um mundo em globalização, com uma busca pela melhor formação para os cidadãos uma das práticas bastante apreciada é a avaliação, que se configura numa ferramenta muito empregada e útil. E quando a avaliação é sobre livros didáticos, vários são aqueles que conjecturam, enunciam juízos, dão parecer, entre eles imprensa, economistas, acadêmicos, pesquisadores, professores, algo salutar, inclusive. Isto no Brasil tem ainda mais importância, porque envolve a aquisição por parte do governo federal, de um montante de livros didáticos a serem distribuídos para o alunado da educação básica, na qual uma soma vultosa de dinheiro dos contribuintes é usada.

Entretanto vale ressaltar uma necessidade de avaliar sim o livro didático em vários critérios, mas, sobretudo no âmbito didático-pedagógico. Em trabalhos como os de Bizzo (2000), El Hani; Roque e Rocha (2011) mostram que se encontram problemas em relação ao livro didático como a desatualização das informações, erros conceituais e

a veiculação de ideologias e preconceitos raciais, sociais, religiosos, culturais, ilustrações sem escala, diagramação ruim, como também, falhas metodológicas, visões distorcidas da ciência e sua atividade.

Bizzo (2000) também comenta entre outras que:

- a) nos manuais de Ciências, tinha-se a impressão de que o livro havia sido concebido tendo como prioridades as necessidades do professor, sem considerar o conhecimento e as necessidades do aluno, desestimulando-o a fazer leitura e interpretação;
- b) a respeito da sugestão de atividades experimentais que colocam alunos e professores em situação de perigo.

A literatura especificamente no campo da Biologia demonstra uma série de erros conceituais em entomologia, ecologia, zoologia, virologia, evolução biológica, genética, entre outras (MOHR, 2000; BATISTA; CUNHA E CÂNDIDO 2010; GARCIA E BIZZO, 2010). Essas informações, entre outras justificam a necessidade de avaliação das obras didáticas compradas pelo governo federal e distribuídas aos alunos das escolas públicas.

Contudo os livros atuais apresentam melhorias em relação aos problemas citados, e a avaliação deles realizadas pelo MEC contribuem nesse sentido, de algum modo pressionando os autores e editoras a revisarem sua formulação.

A avaliação de livros didáticos não é uma preocupação tão recente no Brasil como possa parecer em função das discussões atuais. A necessidade de analisar a qualidade dos livros didáticos no seu aspecto pedagógico está presente no desde o final da década de 1930 com a publicação o Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38. Inicialmente a preocupação foi com os conteúdos a serem transmitidos, bem como as ideologias da classe dominante.

No art. 3º desse decreto, além de estabelecer a primeira política de legislação e controle de produção e circulação do livro didático no Brasil, institui também, um sistema de avaliação prévia dos livros, evitando a adoção de obras não autorizadas pelo Ministério da Educação. Não obstante, o decreto não se estende aos livros do ensino superior, todavia, menciona o dever dos professores de orientar os alunos, a fim de que estes escolham as “boas” obras, e não se utilizem daquelas que lhes possam ser perniciosas à formação da cultura. A escolha dos livros (obras de uso autorizado na relação oficial) para uso dos alunos é livre e ocorre entre diretores e aos professores e não cabendo aos poderes públicos a determinação da obrigatoriedade de adoção de

determinado(s) livro(s), nem expressão qualquer de preferência entre os livros didáticos de uso autorizado.

Como supramencionado o Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 institui a CNLD. Essa comissão se constituía de sete membros, nomeados pelo Presidente da República, e os escolhidos eram as pessoas de reconhecido valor moral e preparo pedagógico. Dos sete ter dois especialistas em metodologia das línguas, três especialistas em metodologia das ciências e dois especialistas em metodologia das técnicas. Além disso, nenhum dos membros da dessa comissão poderiam ter ligação de caráter comercial com qualquer editora do país ou do exterior, como também, não poderiam solicitar autorização de uso para obras de sua autoria (parágrafo único do art. 12).

Soares e Rocha (2005) acrescentam que as pessoas apontadas para compor a CNLD eram escolhidas, de maneira a representar setores importantes da sociedade, como o próprio Getúlio Vargas, professores de instituições modelo do país, como o Colégio Pedro II, o Instituto de Educação, a Universidade do Brasil, e as escolas militares, Igreja, além de amigos particulares do ministro Gustavo Capanema.

Motivado pelo enorme volume de trabalho de avaliação dos livros didáticos no seu primeiro ano de atividade, Soares e Rocha (2005) relatam que em 1939, o ministro resolve: aumentar o número de membros da comissão de 7 para 16 membros, organizado de tal forma que garantisse a presença de especialistas nos vários assuntos do ensino pré-primário, primário, normal, profissional e secundário”, igualmente designados pelo Presidente, a fim de se manter a previsão inicial para publicação da primeira lista em janeiro de 1940; e através da Portaria n.º 253 de 24/12/1940, ampliar a CNLD em 9 seções, para dinamizar a análise dos livros, quais sejam:

- a) matérias do ensino primário;
- b) línguas e literatura;
- c) redação
- d) matemática e desenho;
- e) história;
- f) geografia;
- g) filosofia, sociologia e pedagogia;
- h) metodologia das técnicas;
- i) ciências físicas e naturais;**

Com estas mudanças cada seção careceria ter entre três e cinco membros (além disso, um mesmo membro da CNLD poderia atuar em mais de uma seção), suas

decisões deveriam ser adotadas por maioria de votos, a tarefa foi dividida igualmente entre os componentes da seção, que se responsabilizaria por apresentar apreciação referente a 30 livros, no mínimo, contudo, aquele especialista que atuasse em outra seção, analisaria mais de quatro obras de cada vez (SOARES E ROCHA 2005).

No Art. 10 do Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 esclarecem as atribuições da CNLD e são expostas abaixo:

- a) examinar os livros didáticos que lhe forem apresentados, e proferir julgamento favorável ou contrário à autorização de seu uso;
- b) estimular a produção e orientar a importação de livros didáticos;
- c) indicar os livros didáticos estrangeiros de notável valor, que mereçam ser traduzidos e editados pelos poderes públicos, bem como sugerir-lhes a abertura de concurso para a produção de determinadas espécies de livros didáticos de sensível necessidade e ainda não existentes no país;
- d) promover, periodicamente, a organização de exposições nacionais dos livros didáticos cujo uso tenha sido autorizado na forma desta lei.

Na avaliação de cada livro era necessário a CNLD declarar os motivos para a obra ser ou não autorizada. Esta comissão ainda poderia, de acordo com art. 13 recomendar alterações a serem feitas, para que o livro, depois de modificado, fosse novamente submetido ao exame da Comissão e pudesse receber a autorização para seu uso. As obras aprovadas pela Comissão receberiam registro e autorização do Ministério da Educação e Saúde, com publicação da lista no Diário Oficial da União, para escolha em todo o país, a partir do mês de janeiro de cada ano.

Ainda no Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 o Art. 20 indica que não poderá ser autorizado o uso do livro didático:

- a) que atente, de qualquer forma, contra a unidade, a independência ou a honra nacional;
- b) que contenha, de modo explícito ou implícito, pregação ideológica ou indicação da violência contra o regime político adotado pela Nação;
- c) que envolva qualquer ofensa ao Chefe da Nação, ou às autoridades constituídas, ao Exército, à Marinha, ou às demais instituições nacionais;
- d) que despreze ou escureça as tradições nacionais, ou tente deslustrar as figuras dos que se bateram ou se sacrificaram pela pátria;
- e) que encerre qualquer afirmação ou sugestão, que induza o pessimismo quanto ao poder e ao destino da raça brasileira;

- f) que inspire o sentimento da superioridade ou inferioridade do homem de uma região do país com relação ao das demais regiões;
- g) que incite ódio contra as raças e as nações estrangeiras;
- h) que desperte ou alimente a oposição e a luta entre as classes sociais;
- i) que procure negar ou destruir o sentimento religioso ou envolva combate a qualquer confissão religiosa;
- j) que atente contra a família, ou pregue ou insinue contra a indissolubilidade dos vínculos conjugais;
- k) que inspire o desamor à virtude, induza o sentimento da inutilidade ou desnecessidade do esforço individual, ou combata as legítimas prerrogativas da personalidade humana.

O Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38 ainda negam autorização de uso ao livro didático nos artigos:

Art. 21.

- a) que esteja escrito em linguagem defeituosa, quer pela incorreção gramatical quer pelo inconveniente ou abusivo emprego de termo ou expressões regionais ou da gíria, quer pela obscuridade do estilo;
- b) que apresente o assunto com erros de natureza científica ou técnica;
- c) que esteja redigido de maneira inadequada, pela violação dos preceitos fundamentais da pedagogia ou pela inobservância das normas didáticas oficialmente adotadas, ou que esteja impresso em desacordo com os preceitos essenciais da higiene da visão;
- d) que não traga por extenso o nome do autor ou dos autores;
- e) que não contenha a declaração do preço de venda, o qual não poderá ser excessivo em face do seu custo.

Art. 22: Não se concederá autorização, para uso no ensino primário, de livros didáticos que não estejam escritos na língua nacional.

Art. 23. Não será autorizado o uso do livro didático que, escrito em língua nacional, não adote a ortografia estabelecida pela lei.

No artigo 20 são colocados onze bloqueios para a autorização do livro relacionado ao viés político-ideológico, indicando uma preocupação com a inadequação do livro didático quanto à intenção na formação de um espírito nacionalista.

Quanto ao viés didático são colocados cinco aspectos, expressos no artigo 21, motivando (aparentemente), a produção de livros didáticos que refletissem as

conveniências políticas e pedagógicas que o governo nesse período estimava. Nos artigos 22 e 23, a preocupação se dava com o uso da língua portuguesa e seu correto uso.

Soares e Rocha (2005) relatam após leitura do rascunho do Regimento Interno da CNLD que na análise dos livros didáticos deveriam ser considerados quatro elementos: Formato, Material, Feição gráfica e Valor Didático. A seguir mostra-se uma tabela que mostra a relação entre os elementos e suas respectivas pontuações:

Tabela 4: Elementos a considerar no Julgamento do Livro Didático

I – Formato	1. Dimensões	Pontuação Máxima
II – Material	2. A – Capa	20
	3. B – Papel	20
	4. C – Tinta	20
III – Feição Gráfica	5. A – Composição	50
	6. B – Paginação	20
	7. C – Impressão	30
IV – Valor Didático	8. A – Noções científicas	60
	9. B – Linguagem	60
	10. C – Gravuras	50
Total de pontos obtidos pelo livro		350

Fonte: Soares e Rocha (2005)

É perceptível a importância dada ao item IV valor didático, pois este é o que apresenta maior pontuação. Nesse quesito há correspondência aos itens descritos no art. 21 no que diz respeito às Noções Científicas contidas na obra: determinava que o livro didático: prezasse pela qualidade de exposição; concordasse aos programas de ensino da disciplina; oferecesse o conteúdo sem erros de natureza científica; empregasse exemplos ajustados ao grau de ensino e ao nível intelectual correspondente à série ou classe, sem exigir conhecimentos especiais de outras disciplinas ou tornar aborrecido o estudo da disciplina (SOARES E ROCHA 2005).

Passado o período varguista avaliação do livro didático não ocorreu, pois a CNLD foi desfeita e suas atribuições delegadas a outros órgãos. Por um longo período, a questão do livro didático não foi solucionada, os obstáculos se relacionaram com a insuficiência da política governamental e a um novo elemento a especulação comercial, visto que o livro didático havia se transformado em um lucrativo produto de mercado (MANTOVANI, 2009).

Em 1990 promoveu a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) com o apoio do Banco Mundial, da UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e do PNUD (Programa das Nações Unidas para o

Desenvolvimento), a Conferência Mundial de Educação para Todos, ocorrida na cidade tailandesa de Jomtien, com a participação de 155 países e além de várias organizações civis. Uma das disposições propostas foi à elaboração de planos decenais de educação para todos que os países que apresentassem altos índices de analfabetismo e de déficit no atendimento da escolaridade obrigatória.

Dessa forma o Ministério da Educação se engaja efetivamente para a elaboração do Plano Decenal de Educação para todos (finalizado em 1993), sendo que então os materiais didáticos passam a receber mais atenção como prioridade, em especial os livros didáticos nos seguintes aspectos:

- a) implementação de uma nova política para o livro didático no Brasil;
- b) capacitação dos professores para analisar e eleger os livros didáticos;
- c) necessidade da melhoria qualitativa dos livros didáticos;
- d) aperfeiçoamento da distribuição dos livros didáticos;
- e) melhoria na qualidade das características físicas do material a ser adquirido, com vistas a sua durabilidade.

É nessa década que em 1996 entra em vigor a lei 9.394 de 20/12/1996, a nova Lei de Diretrizes e Bases – LDB, estabelecendo uma reforma curricular ampla no sistema educacional brasileiro, que de acordo com Cassiano (2007), apresenta inspiração na Reforma Espanhola do ensino de 1990 a Lei Orgânica Geral de Educação (LOGSE). Uma característica fundamental na nova LDB é a inclusão de políticas de avaliação do sistema de ensino, bem como dos livros didáticos.

A Reforma Curricular nos primeiros ciclos do Ensino Fundamental, originada com a nova LDB, demanda que os novos livros didáticos se correspondessem com outras exigências. Até então, os livros didáticos oferecidos para aquisição pelas editoras, deviam preencher alguns critérios técnicos no período de sua inscrição no programa. Uma vez inscritos no programa, eram enviados, as escolas os títulos dos livros para a escolha dos professores.

O protagonismo do livro didático no processo de ensino e aprendizagem, associada ao volume de livros didáticos distribuídos anualmente pelo governo federal, e a falta de uma política destinada à avaliação desses materiais pedagógicos levaram segundo Azevedo (2005) o Ministério da Educação a iniciar, em 1996, um processo de avaliação pedagógica das obras didáticas utilizadas pelos alunos das escolas públicas brasileiras.

O Ministério da Educação e Cultura (MEC ainda na época) assumiu um papel de avaliador e controlador (embora já controlasse de algum modo) da qualidade do livro didático. Escolheu e convidou um conjunto de professores especialistas da educação das várias áreas do conhecimento, com o intuito de analisar e avaliar a qualidade dos livros didáticos. Culminando com a publicação do primeiro “Guia de Livros Didáticos” de 1ª a 4ª série.

É importante ressaltar que esse modelo de avaliação de livros didáticos do ensino fundamental influenciou significativamente a concepção de avaliação do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio, que foi realizado pela primeira vez em 2005 (EL-HANI; ROQUE E ROCHA, 2011).

Os avaliadores contratados pelo MEC submeteram todos os livros do ensino fundamental que as editoras oferecem nas escolas a uma análise criteriosa e organizaram o resultado em três níveis e com o uso de “estrelas” da seguinte forma:

- a) Livros Recomendados, com três graus: excelentes (três estrelas), muito bons (duas estrelas), bons (uma estrela);
- b) Livros sem nenhuma estrela são aqueles que não foram reprovados, mas também não mereceram nenhum destaque de qualidade do MEC;
- c) Livros reprovados.

A intenção do MEC era induzir a melhoria de qualidade sem impor ao professor um único tipo de livro. Não obstante, os professores, só poderiam adotar as duas primeiras categorias: livros estrelados e livros não estrelados, e foi vedada a adoção dos livros reprovados.

Anteriormente (até meados da década de 1990) o governo federal adquiria as obras escritas corresponder a certos critérios, sem avaliar a qualidade pedagógica do livro. A estratégia das editoras para adoção dos livros era o de oferecer vantagens às escolas ou professores com beneficiamento pessoal para quem escolhesse seus os livros deles.

As avaliações realizadas em 1995 revelaram que os livros didáticos de baixo valor pedagógico, obras com erros conceituais, indução a erros, desatualização, preconceito ou discriminação de qualquer tipo, foram consideradas em certos aspectos inapropriadas para o ensino foram excluídas do Guia do Livro Didático.

Em decorrência da avaliação realizada e a elaboração do guia do livro didático, reforça-se que isso promoveu uma forte pressão nas editoras e nos autores dos livros didáticos, por necessidades de mudanças qualitativas nesse produto. Isto porque, ficou

transparente a intenção do MEC de adquirir livros adequados as novas exigências. A influência do guia foi sentida já na segunda avaliação dos livros didáticos com a apresentação de melhorias no material.

Outro aspecto interessante advindo da avaliação do MEC é o que trouxe a discussão sobre os livros didáticos, num debate nacional sobre noutras perspectivas que não só a ideológica, sua qualidade didático-pedagógica, quais e por que as obras estão sendo reprovadas, qual o seu papel no ensino-aprendizagem, o que deve conter, os conteúdos curriculares, qual metodologia para trabalhar o que propõe, o ensino da disciplina, e o se trazia benefícios sua adoção.

Em consequência da expansão do PNLD que compreendeu o atendimento dos alunos com a distribuição dos livros didáticos de todas as disciplinas do ensino médio através do PNLEM, a avaliação que se iniciou com o ensino fundamental foi ampliada para esse nível, também em todas as disciplinas. Nessa perspectiva a avaliação promovida pelo PNLD tem colocado o intuito de cooperar com a melhoria das condições de ensino e de aprendizagem escolar tendo o guia do livro didático como espaço de diálogo com professores e professoras (BRASIL, 2011).

Assim, espera ajudar na escolha do livro e nas condições de desenvolver um ensino de Biologia mais sintonizado com a sua escola, seus sujeitos e seus tempos (BRASIL, 2011).

O propósito da avaliação é analisar quais livros didáticos submetidos pelas editoras para recomendação de compra pelo MEC, que atendam a critérios mínimos de qualidade e, a elaboração resenhas críticas dos livros recomendados, para orientar a escolha pelos professores (EL-HANI; ROQUE E ROCHA, 2011).

A primeira avaliação dos livros didáticos de Biologia ocorreu em 2005, cujos resultados foram divulgados em 2006 através do Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio do PNLEM/2007 e distribuídos para as escolas. Já a segunda aconteceu em 2011 cujos resultados foram disponibilizados no Guia de Livros Didáticos PNLD 2012: Biologia.

Far-se-á uma análise concomitante entre esses dois processos avaliativos, refletindo como neles são observados e tratados a formação da habilidade de medir em trabalhos prático-experimentais.

O PNLEM/2007 tem o objetivo de ao realizar a avaliação dos livros didáticos de Biologia, contribuir para a qualidade da educação básica, e da inclusão social através livro didático, para isso revela a preocupação no processo de seleção, com a correção

conceitual e com a propagação de valores que estimulem o respeito às diferenças, à ética e à convivência solidária (p.5 e 7).

No PNLD/2012 que tem como objetivo fornecer subsídio para que você possa conhecer o processo e o resultado da avaliação das coleções que foram inscritas e submetidas nessa edição do PNLD de acordo com edital publicado pelo MEC. Ainda de acordo PNLD 2012 a função do guia é apresentar as principais características das coleções aprovadas, por meio das resenhas que o compõem (p.7).

O processo de avaliação do PNLEM/2007 é o resultado de um processo (organização e sistematização) que atravessou várias fases. Contudo somente duas delas foram divulgadas. A primeira parte da avaliação da obras no PNLEM/2007 foi a verificação das especificações técnicas dos livros (formato, matéria prima e acabamento). De maneira semelhante ocorreu no PNLD 2012 em que as obras inicialmente passaram por uma avaliação realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) quanto aos aspectos técnicos editoriais, conforme previsto no edital e depois foram encaminhadas para a avaliação pedagógica.

As obras didáticas do PNLEM/2007 em seguida passaram por uma detalhada avaliação dos aspectos conceituais, metodológicos e éticos, e foi realizada por uma equipe de 26 especialistas de diferentes áreas das Ciências Biológicas e da pesquisa em ensino de Biologia, procedentes de universidades públicas de várias regiões do país (BRASIL, 2006). O processo de avaliação de acordo com El-Hani; Roque e Rocha (2011) possibilitou a análise detalhada e comparativa de todas as obras de Biologia submetidas pelas editoras.

Segundo o PNLD 2012 a avaliação pedagógica das obras de Biologia inscritas foi realizada por uma equipe de professores especialistas de diversas áreas das ciências biológicas num total de 20 avaliadores. Participaram professores pesquisadores atuantes no ensino superior, em cursos de formação de professores da disciplina ou nos bacharelados, em graduação e pós-graduação, e com professores que atuam no ensino médio, na rede pública, de diferentes regiões brasileiras na tentativa de considerar as distintas percepções da diversidade cultural, regional e de pensamento, tendo sempre como parâmetro de orientação os critérios estabelecidos pelo Edital PNLD 2012.

Do PNLEM/2007 puderam participar da avaliação pela realidade do mercado editorial brasileiro, coleções de três volumes, um para cada série do ensino médio e volumes únicos tendendo aos três anos do ensino médio, (EL-HANI; ROQUE E

ROCHA, 2011). Diferentemente do anterior no PNLD/2012 só participaram obras com três volumes, um para cada série do ensino médio.

De acordo com El-Hani; Roque e Rocha (2011) os critérios de avaliação do PNLEM/2007 foram baseados em oito pressupostos (p. 216-217):

- (1) o livro didático deve ser correto em seus conteúdos e procedimentos, mostrando-se consistente com o conhecimento atualmente aceito da disciplina para a qual está voltado, bem como com os parâmetros curriculares nacionais;
- (2) o livro deve permitir que os professores propiciem aos seus estudantes experiências pedagógicas significativas, conectadas com suas circunstâncias sociais;
- (3) as características gerais das escolas públicas, os perfis diversificados de professores e estudantes, e situações interativas típicas de salas de aula do ensino médio devem ser levados em consideração pelo livro didático;
- (4) deve contribuir para que sejam alcançados os objetivos gerais da educação média, conforme estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, lei n. 9394/96);
- (5) o livro não deve reforçar estereótipos ou veicular preconceitos de qualquer espécie, tanto em seu texto quanto em suas ilustrações;
- (6) não pode ignorar discussões atuais sobre teorias e práticas pedagógicas;
- (7) deve estar de acordo com as leis brasileiras atuais em termos gerais, e não apenas com as leis relativas à educação;
- (8) o livro didático deve dar espaço ao professor para que escolha outros materiais para complementar sua prática, de acordo com o projeto político-pedagógico de sua escola.

Foi empregada no PNLEM/2007 uma ficha de análise (em anexo) para unificar a avaliação, esta continha 15 critérios em quatro categorias para aprovação ou exclusão de obras didáticas e 45 critérios de qualificação das obras aprovadas.

Os critérios eliminatórios usados na avaliação foram organizados em quatro categorias (BRASIL, 2006) com os seguintes aspectos:

- a) correção conceitual;
- b) pedagógico-metodológicos
- c) construção do conhecimento científico;
- d) construção da cidadania.

Os critérios de qualificação usados na avaliação foram organizados em seis categorias (BRASIL, 2006) com os seguintes aspectos:

- a) correção conceitual e compreensão;
- b) pedagógico-metodológicos;

- c) construção do conhecimento científico;
- d) construção da cidadania; o
- e) livro do professor;
- f) gráfico-editoriais

O processo de avaliação dos livros didáticos de Biologia foi apresentado de maneira diferente no PNLD/2012 explicitando as três etapas que seguem (BRASIL, 2011), quais sejam:

- a) análise individual: dois especialistas (e quando necessário, por consultor de área específica) receberam as coleções descaracterizadas (não possui identificação dos autores e das editoras), com três volumes e respectivo manual do professor analisaram independentes cada obra didática;
- b) sistematização: os dois pareceristas, que trabalharam na mesma obra após suas análises participaram de reunião coletiva para debate, troca de experiências e socialização das reflexões e avaliações individualmente organizadas. A partir sistematização realizada, passou-se a fase final;
- c) elaboração do Guia: a última fase do processo, os coordenadores e os leitores críticos realizaram uma análise global das obras para a preparação das resenhas das obras aprovadas e dos pareceres das obras excluídas.

Para realizar a avaliação pedagógica dos livros didáticos foram observados critérios de duas categorias: os comuns para os diversos componentes curriculares e os específicos para cada componente curricular. Em relação aos critérios comuns, foram observados os seguintes itens (BRASIL, 2011, p.9):

- I. respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais;
- II. observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
- III. adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
- IV. correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
- V. das características e finalidades específicas do Manual do Professor e adequação da obra à linha pedagógica nele apresentada;
- VI. da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.

Os critérios eliminatórios específicos para disciplina de Biologia foi observado se a obra (BRASIL, 2011, p.9 e 10):

1. apresenta a compreensão do fenômeno vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico e cultural, abordando a diversidade dos seres vivos, no nível de uma célula, de um indivíduo, e de organismos interagindo no seu meio;
2. possibilita ao aluno a participação no debate de temas polêmicos contemporâneos que envolvem os conhecimentos da área de Biologia em articulação com outros saberes (filosófico, sociológico e outros), como o uso de transgênicos, clonagem, reprodução assistida entre outros assuntos, visando contribuir para que o aluno se posicione frente a essas questões e outras do seu dia a dia;
3. auxilia na compreensão da biodiversidade do planeta, especificamente do Brasil, reconhecendo a sua influência na qualidade de vida humana e, conseqüentemente, no uso de seus produtos, apontando contradições, problemas e soluções respaldadas eticamente;
4. apresenta a organização dos conteúdos em torno de temas estruturadores do conhecimento biológico, tais como: origem e evolução da vida; identidade dos seres vivos e diversidade biológica; transmissão da vida, ética e manipulação genética; interação entre os seres vivos e destes com o ambiente; e qualidade de vida das populações humanas;
5. auxilia na construção de uma visão de que o conhecimento biológico e as teorias em Biologia se constituem em modelos explicativos, elaborados em determinados contextos sociais e culturais, superando a visão ahistórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes;
6. evita a visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico;
7. possibilita o reconhecimento das formas pelas quais a Biologia está engendrada nas culturas, seja influenciando a visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias e artísticas;
8. propicia a relação dos conceitos da Biologia com os de outras ciências, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo, o fluxo da energia nos sistemas biológicos, a dinâmica para sustentabilidade dos ambientes naturais, a própria produção do conhecimento biológico;
9. possibilita que o aluno perceba e utilize os códigos intrínsecos da cultura da Biologia. Para isso, deve apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico, utilizando as formas específicas de expressão da linguagem científica e tecnológica, bem como suas manifestações nas mídias;

10. contribui para a percepção de que os conhecimentos biológicos podem servir de base para reconhecer formas de discriminação racial, social, de gênero etc., que se fundem, inclusive, em alegados pressupostos biológicos, posicionando-se diante delas de forma crítica, com respaldo em pressupostos epistemológicos coerentes e na bibliografia de referência;

11. divulga conhecimentos biológicos para a formação de atitudes, posturas e valores que eduquem cidadãos no contexto de seu pertencimento étnico-racial – descendentes de africanos, povos indígenas, descendentes de europeus, de asiáticos – e de relações de gênero e sexualidade para interagirem na construção de uma nação democrática, em que todos, igualmente, tenham seus direitos garantidos e sua identidade valorizada.

Foi empregada no PNLD/2012 também uma ficha de análise (em anexo) para padronizar a avaliação, esta estava dividida em cinco blocos, quais sejam:

- a) legislação e cidadania;
- b) abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica;
- c) projeto gráfico-editorial;
- d) conceitos, linguagens e procedimentos;
- e) manual do professor.

No PNLEM/2007 vinte obras didáticas de várias editoras foram submetidas ao Programa, duas obras foram excluídas na análise técnica realizada pelo IPT e as demais (18 obras) foram submetidas à avaliação pedagógica, nove obras foram aprovadas, e nove, excluídas do Programa (EL-HANI; ROQUE E ROCHA, 2011).

Das 16 obras analisadas no PNLD 2012 apenas a metade delas foi aprovada, as demais de algum modo não atenderam aos critérios indicados anteriormente. O objetivo descrito no Guia é no sentido de apresentar as particularidades das obras Biologia submetida ao PNLD 2012, propiciando aos professores orientação para a escolha da obra que este adotará para desenvolver e concretizar o seu trabalho no contexto de suas aulas com suas turmas.

Com relação aos trabalhos prático-experimentais (experimentos e demonstrações é a denominação encontrada no catálogo) no PNLEM/2007, estes são tratados na categoria pedagógico-metodológicos (B2) nas subcategorias 4 e 5 dos critérios eliminatórios, e na categoria pedagógico-metodológicos (C2) dos critérios de qualificação nas subcategorias 27, 28 e 29.

Na categoria B2 subcategoria 4 está uma preocupação com a saúde e segurança de professores e alunos, neste caso se o LD faz algum tipo de recomendação. Na

subcategoria 5 a atenção está voltada para: serem exequíveis; se os resultados são plausíveis; se estabelece uma relação correta com os fenômenos, processos e modelos explicativos; se possui função apenas ilustrativa ou há vinculação as teorias e os modelos explicativos; se existe por parte do livro uma prevenção sobre impacto ambiental resultante do descarte dos resíduos gerados (quando for o caso).

Na categoria C2 subcategoria 27 destaca a viabilidade de realização mediante as instruções dadas. Na subcategoria 28 a preocupação se dá no sentido da aquisição de materiais e da possibilidade de uso de materiais alternativos quando justificada. Na subcategoria 29 a análise é sobre quanto a não apresentação de resultado final esperado. Já na subcategoria 34 avalia-se a proposição de atividades para estimular o desenvolvimento do espírito investigativo, que favoreçam aos alunos levantar hipóteses e desenvolvam maneiras de testá-las, ou em que utilizem evidências para julgar a plausibilidade de modelos e explicações.

Na ficha de avaliação não se observou uma análise acerca da presença de distintas tipologias do trabalho prático-experimental, e as potencialidades e limites inerentes a cada uma num determinado contexto. Dessa maneira a presença de diferentes tipologias oferece mais oportunidades aos professores no seu trabalho pedagógico.

Diferentemente da análise anterior, no PLND/2012 não foi explicitado referências quanto à avaliação sobre a presença de trabalhos prático-experimentais nos LD de Biologia, sua natureza, abordagem, tipologia em nenhum dos itens. Alguns itens fazem menção a atividades que possam supostamente se referir a possibilidade de execução de trabalhos prático-experimentais, são no bloco 1 - legislação e cidadania os itens;

1.8 Favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino das Ciências da natureza (LDB/ DCNEM) (p.12).

1.9 Adota metodologias de ensino e de avaliação que estimulam a iniciativa dos estudantes (LDB-artigo 36 parágrafo 2º) (p.12).

No bloco 2 - abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica o item;

2.1 Apresenta articulação e coerência entre a(s) fundamentação (ões) teórico-metodológica (s) da (s) proposta (s) didático-pedagógica (s) explicitada (s) e o conjunto de textos, atividades, exercícios etc., que configuram o livro do aluno (p.12).

Já no bloco 5 - Manual do Professor pode-se inferir menções:

5.3 Apresenta o uso adequado dos livros, inclusive no que se refere às estratégias e aos recursos de ensino a serem empregados (p.14);

5.7 Apresenta textos de aprofundamento e propostas de atividades complementares às do livro do aluno (p.14);

5.11 Oferece ao(a) professor(a) indicações de leituras diversificadas sobre educação em ciência, especificamente sobre o ensino de Biologia, bem como sugestões de atividades pedagógicas complementares (p.15).

Assim não é possível determinar com clareza se os trabalhos prático-experimentais faziam parte ou não da análise do livro didático de Biologia, e de que maneira foram avaliados.

No bloco 4 - conceitos, linguagens e procedimentos, contraditoriamente não avaliam claramente através de item (ns) específico (s) e fazem uma menção aos procedimentos:

4.1 Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos (p.13).

A menção feita no item é quanto à apresentação de procedimentos atualizados, corretos e contextualizados, não se esclarece o que isso significa e onde os procedimentos estão inseridos.

Também não está presente em nenhuma das avaliações do livro didático de Biologia (PNLEM/2007 e PNLD/2012) a possibilidade do trabalho prático-experimental como uma via de formação de habilidades gerais.

De acordo com os documentos oficiais (BRASIL, 1996, 1999, 2002) são finalidades do ensino médio, o domínio de habilidades e competências, esses documentos esclarecem ainda que a formação de habilidade é um processo mais extenso do que a de procedimentos. É importante destacar que as habilidades e as competências são alvo de avaliação (BRASIL, 2005) através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Essas habilidades pertencem aos conteúdos do tipo procedimental (saber fazer) e se associam a outras, as específicas. Entretanto, como explica Lopes e Núñez (2010) esse saber fazer não se forma a margem do saber, nem tampouco do ser. Essas tipologias decorrem de uma divisão de natureza metodológica, pois não se pode repartir o que é indissolúvel na estrutura do conhecimento, devem, no entanto, serem desenvolvidas de modo integrado, articulado e contextualizado.

Pozo e Gómez Crespo (1998) ressaltam que a aprendizagem de ciências não está imbricada apenas no ensino-aprendizagem de conceitos, mas também, aprender procedimentos, pelos quais se aprendem e se usam conceitos. E nessa perspectiva ao mobilizar conceitos se dispõem também de procedimentos, habilidades e competências.

Não se trata de oferecer uma crítica pela crítica aos critérios usados no processo de avaliação de livros didáticos, realizados pelo Ministério da Educação na esfera do PNLD, porém concorda-se com El-Hani; Roque e Rocha (2011) “que a própria avaliação crítica de tais programas depende, para sua correção e profundidade, de uma compreensão adequada e informada de como tem lugar a avaliação de livros didáticos” (p.212).

Embora se reconheça os aspectos positivos e o avanço da perspectiva de melhoria da qualidade dos livros didáticos recomendados pelo PNLD para o ensino de Biologia em diversos aspectos em que foram ou são criticados, mesmo assim é preciso reconhecer os seus limites, para aprofundar a discussão sobre alguns critérios que estão ainda ausentes ou implícitos na avaliação. Não se pode ignorar a discussão sobre a formação de habilidades, ou uso do trabalho prático-experimental, que está presente tanto nos documentos oficiais, quanto no âmbito da Didática das Ciências.

Desta forma espera-se contribuir para a melhoria a discussão sobre o programa de avaliação dos livros didáticos de Biologia, qualificando o debate com argumentos que provoquem uma reflexão sobre os aspectos suscitados, pois se reconhece que essa não se esgota neste trabalho.

#### **4.3 O professor e a escolha do livro didático**

Núñez et. al. (2003) ressaltam que seleção dos livros didáticos a serem utilizados se constitui numa tarefa de fundamental para uma boa aprendizagem dos alunos, e a importância de procurar critérios específicos para os contextos dados.

El-Hani; Roque e Rocha (2011) colocam que a fragilidade da escolha pelo professor é um dos aspectos preocupantes no processo de avaliação e escolha de livros didáticos para as escolas públicas brasileiras. Os autores destacam que se trata de um ponto fraco no processo e até mesmo, pode afetar todo o programa.

Na avaliação dos livros que participam do PNLD existe a participação não só de professores das universidades, como também, de professores do ensino médio. Entretanto a avaliação e a seleção dos livros didáticos não se restringem ao grupo de

especialistas contratados para analisar os livros e recomendá-los, cabe a todos os professores realiza essa tarefa.

Núñez et.al (2003) assinalam a convocação ao professorado para assumir essa tarefa. Nos documentos oficiais (BRASIL, 2011) deixa claro que a escolha pelo livro é um aspecto bastante importante, o guia ajuda ao professor, mas este deve coligar a escolha do livro ao projeto pedagógico de sua escola, ao conhecimento que ele tem dos seus estudantes, aos espaços e culturas das quais eles compartilham, as condições de desenvolvimento de um ensino de Biologia mais sintonizado com o contexto da sua escola e seus sujeitos.

Alguns obstáculos aparecem para concretizar essa tarefa como: algumas vezes não a todas as coleções disponíveis para dois ou mais professores da mesma disciplina; o processo de escolha pode está organizado para cada professor analisar individualmente, sem interação com seus pares; desconhecimento do professor dos projetos pedagógicos da escola, quando este existe; a rotatividade grande de professores; professores que participaram da escolha, no semestre ou no ano seguinte, já não estão mais nessa escola e os professores que chegam não apoiariam a escolha que os professores anteriores fizeram; com isso, acontece muita insatisfação porque nem sempre o livro que está na sala de aula é o livro que o professor gostaria de trabalhar.

Independentemente das dificuldades encontradas há uma questões a serem discutidas entre os professores sobre a escolha do livro didático, que numa expectativa de democratização escolar, exige muito mais dos profissionais em educação. Questões como assinala Núñez et. al. (2003): quais critérios são tomados como referência para escolha? De onde emergem? Quais necessidades, particularidades e interesses refletem? Os professores foram envolvidos na elaboração? Os professores estão em condições de colaborar como profissionais que tomam decisões argumentadas em saberes da área das didáticos-pedagógicas e norteadas pelo conhecimento que as pesquisas tem gerado a esse respeito? Estão os processos formativos do professorado preparando-os para tal tarefa? Esta tem sido uma prática constante?

Os professores são os formadores de opinião e também potenciais consumidores do livro didático (AGUIAR JÚNIOR, 2006). A seleção dos livros didáticos a serem utilizados se mostra deveras importante na perspectiva de uma aprendizagem satisfatória dos alunos. Os professores conhecem as comunidades que atende, seus contextos, nisto reside a importância em estabelecer critérios específicos, que permitam ao professor participar na avaliação dos livros didáticos.

Vasconcelos e Souto (2003) colocam a carência de instrumentos que orientem o professor de Ciências na escolha de recursos didáticos, nos programas de formação continuada destinados aos profissionais de educação detectada a partir da experiência deles.

É preciso acentuar que os professores são elaboradores ativos de saberes e a seleção dos livros didáticos é competência profissional, na qual não deve ser excluído. Comumente os critérios instituídos, são suscitados em distintas instâncias de análises, das quais os professores, que representam a instância final de maior proximidade do alunado, devem tomar as decisões mais adequadas, ponderando sobre os sujeitos (estudantes) com as quais lida.

Aguiar Jr. (2006) analisando as tensões entre os atores envolvidos na produção, avaliação e consumo dos livros didáticos de ciências, coloca que autores de livros textos por vezes insinuam aspirar à substituição do professor na tomada de decisões sobre a organização do trabalho pedagógico em sala de aula. O autor continua, indicando indícios de que algumas coleções de textos inovadores invadem a autonomia docente, o que é vestígio de uma intenção dos autores em ponderar que as orientações específicas para desenvolvimento de atividades, devem estar prescritas em minúcia para que possam de fato ser concretizadas na sala de aula.

Isto porque, a produção do livro didático ocorre considerando um estudante universal com uma uniformização de direcionamentos para uso em sala de aula, entretanto isso só ocorre no plano ideal, e mais se apresenta como uma atitude conservadora. Não obstante, isso demanda do professor no momento da seleção do livro, refletir sobre o perfil do seu estudante em seu contexto real de vida, suas necessidades formativas e expectativas que lhe são próprias. Concorda-se com Núñez et. al. (2003) que os professores devem apresentar um domínio de saberes múltiplos a serem mobilizados para assumirem essa responsabilidade de saber optar pelos livros didáticos.

Absolutizar o livro didático como um manual de orientações é sempre uma crença ilusória, é também desconhecer as suas limitações, quando não os seus erros. Deste modo, o professor precisa utilizar seus saberes e competências para superar as limitações próprias dos livros, articular suas aulas e ao se apropriar do texto didático criar possibilidades de vínculos entre a proposta do livro didático com a cultura escolar, seu plano pedagógico e o perfil dos alunos.

Megid Neto e Francalanza (2003) desenvolveram uma pesquisa com 180 professores de Ciências de escolas públicas do Ensino Fundamental, de diversas cidades da região de Campinas-SP, nas quais foram avaliadas as concepções e práticas desses professores sobre o livro didático de Ciências. Estimulados a estabelecer critérios para analisar e avaliar coleções didáticas de Ciências os professores pesquisados apontaram as principais características que devem estar presentes nos manuais escolares:

- a) integração ou articulação dos conteúdos e assuntos abordados;
- b) textos, ilustrações e atividades diversificados e que mencionem ou tratem situações do contexto de vida do aluno;
- c) informações atualizadas e linguagem adequada ao aluno;
- d) estímulo à reflexão, ao questionamento, à criticidade;
- e) ilustrações com boa qualidade gráfica, visualmente atraentes, compatíveis com a nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas;
- f) **atividades experimentais de fácil realização e com material acessível, sem representar riscos físicos ao aluno;**
- g) isenção de preconceitos socioculturais;
- h) manutenção de estreita relação com as diretrizes e propostas curriculares oficiais.

Os autores destacam que as características mais específicas do ensino de Ciências, com seus fundamentos teórico-metodológicos que a definem como área particular e curricular das Ciências Naturais distinguindo das demais áreas do currículo escolar.

Cassab e Martins (2008) em pesquisa realizada para conhecer os critérios de seleção do livro didático pelos professores de em uma escola no Rio de Janeiro coloca que o discurso do professor sobre a opção pelo livro se constitui pelo embate-diálogo entre diferentes textos que condicionam o seu dizer. Esse discurso interage com outros e os sentidos resultam destas complexas interações. A dispersão, a descontinuidade, a incompletude, a falta, o equívoco e a contradição são constitutivos tanto do sujeito como dos sentidos por ele construídos no discurso, refletem as autoras.

Na pesquisa Cassab e Martins (2008) mostram a consideração dada às características de seus alunos é um aspecto principal na seleção e significação do livro didático por parte dos professores. Assim, esses professores adotam como critérios:

- a) a linguagem na escolha do livro didático, decorrente da ponderação sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos de expressão e compreensão da língua

materna, e daí dificuldades de concentração, leitura, interpretação, como também para ouvir;

- b) critérios estéticos em seus aspectos visuais que facilitariam a “leitura”;
- c) acuidade conceitual uma preocupação evidente com a presença de erros conceituais;
- d) estímulo ao desenvolvimento do pensamento científico com uma preocupação voltada para os fatos, e sobre os conteúdos;
- e) indicação de experiências pertinentes ao contexto escolar;
- f) sequência lógica do conteúdo numa perspectiva e adequação para seu efetivo entendimento, mas denota também uma dificuldade em trabalhar sem encadeamento;
- g) organização adequada do conteúdo entendido assim que um currículo se resumiria a uma pretensa organização ideal de conteúdos no livro didático, de caráter inquestionável.

Há certamente outros critérios a serem usados para a escolha do livro didático não observado nesse grupo de professores pesquisados, e são fundamentais na seleção, tais como:

- a) a epistemologia da ciência que está subjacente;
- b) a imagem a respeito da ciência vinculada;
- c) as relações entre ciência / tecnologia / sociedade / ambiente é crítica e sofisticada;
- d) a seleção de modelos e idéias centrais da ciência a serem ensinados é criteriosa;
- e) possibilita a educação científica adequada a contemporaneidade;
- f) o ensino é centrado na aprendizagem e aluno como sujeito do processo;
- g) como obra didática é possível usar adequadamente no contexto específico da escola ao qual o professor leciona;
- h) fornece subsídios para trabalho dos professores e fundamentação da proposta;
- i) a metodologia proposta e suas perspectivas de aprendizagem estão claras e correspondem ao modelo usado pelo professor;
- j) está de acordo com as exigências atuais da educação para o século XXI;
- k) como os trabalho prático-experimental pode contribuir para a formação de habilidades;

- l) são dialógicos, ajudam na metacognição e na autonomia dos alunos;
- m) consideram a formação integral da personalidade do aluno.

Sobre os estudos acerca da seleção dos livros didáticos de ciências e Biologia Baganha; Gonzalez e Boal, 2011 apresentam um quadro resumo dos critérios utilizados pelos autores na avaliação dos livros didáticos, que esses usaram como base para montar seu instrumento de pesquisa:

Quadro 1: Critérios de avaliação de livros didáticos por diferentes autores da área de Ciências e Biologia.

VASCONCELOS E SOUTO (2003)	BATISTA, CUNHA E CÂNDIDO (2010)	EL-HANI, ROQUE E ROCHA (2007)
Conteúdo	Conteúdo e conceitos básicos	Aspectos conceituais
Recursos visuais	Figuras	Aspectos metodológicos
Recursos adicionais	Contextualização, raciocínio crítico	Princípios éticos/educação para a cidadania
Atividades	Atividades	Atividades
	Leituras complementares	Construção do conhecimento científico
	Conhecimento prévio	Abordagem histórica e CTS
	Linguagem	Manual do professor
	Referências	Aspectos gráficos e editoriais

Fonte: Baganha; Gonzalez e Boal, 2011

Vasconcelos e Souto (2003) identificaram a partir da experiência deles nos programas de formação continuada destinados aos profissionais de educação que existe uma carência de instrumentos que orientem o professor de Ciências na escolha de recursos didáticos. Para muitos professores, a escolha do livro didático é sua mais importante decisão curricular, portanto, não é incomum que este instrumento tem um efeito poderoso sobre as suas abordagens de ensino e estratégias de aprendizagem dos alunos (Campanário, 2001).

Baganha; Gonzalez e Boal (2011) depois do estudo dos referidos autores descritos no quadro 1, escolheram construir um instrumento de avaliação para ser usado como referência na seleção do livro didático do PNLD/2012 para os professores da rede estadual do Paraná. A proposta indicada pelos autores é no sentido de que ao dispor desse instrumento os professores se organizem de modo diferenciado para realizar uma melhor avaliação e seleção da obra didática. Os autores ainda ressaltam a necessidade de validação desse instrumento quando for utilizado pela primeira vez.

Com esse trabalho Baganha; Gonzalez e Boal (2011) demonstram que é possível aos professores elaborarem suas próprias fichas de avaliação, considerando os critérios usados no PNLD, as sugestões presentes nos trabalhos de pesquisa, adaptando-os e adicionando critérios e de acordo com seu contexto escolar, seus alunos, recursos disponíveis, e sua visão de educação.

A participação do professor é imprescindível para democratizar as decisões junto à comissão responsável pelo PNLD, descentralizando a seleção do livro didático, implica também em admitir novos compromissos neste processo.

Não obstante, para que esse objetivo se efetive, é necessário dar subsídios aos docentes, no concernente aos conhecimentos indispensáveis para fazer uma seleção legitimada. Isso segundo El-Hani; Roque e Rocha (2011) apontam tanto para o processo de formação inicial e continuada, quanto para uma posição sociopolítica que evite que seu direito de escolha seja preterido pelos diretores de escolas, ou mesmo, por secretários de educação.

É necessário consolidar pesquisas que sirvam como referências, e possam contribuir com o trabalho do professor na hora de selecionar o livro didático (NÚÑEZ et. al., 2003). Estas permitam entender os movimentos que o livro didático aparentemente desencadearia nas práticas de ensino-aprendizagem em ciências (AGUIAR JÚNIOR, 2006), como reflexão (e não uma “receita” pronta) para o professor, no sentido de apoiar quando o período destinado a seleção ocorrer e ele opte por esse ou aquele livro didático, o faça de modo consciente. E que estejam capacitados para ir muito além, em seu trabalho com o livro didático (EL-HANI; ROQUE E ROCHA, 2011).

# **Capítulo 5**

## **METODOLOGIA**

## 5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse trabalho de pesquisa tem natureza descritiva e interpretativa. Descritiva porque intenciona de acordo com Gil (2002) delinear as características de um fenômeno natural ou social específico. O estudo descritivo faz a exposição do objeto por meio da observação e do levantamento de dados ou, ainda, pelo estudo documental, ou bibliográfico e, pode-se a partir daí elaborar perfis, ou cenários, entre outros.

Andrade (2002) assinala que um aspecto a ser destacado numa pesquisa descritiva é que os fenômenos naturais ou sociais são examinados e não manipulados pelo pesquisador, isto é, nesse tipo de pesquisa o pesquisador não intervém no ambiente em que estão sendo realizadas as ações, quais sejam: a (s) observação (ções), análise, classificação, estabelecimento de correlações entre fatos ou entre fenômenos, e obviamente fazer os registros. Para Gil (2002) a grande contribuição das pesquisas descritivas é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida.

A pesquisa é descritiva pela utilização de livros didáticos, que é um material já elaborado (Gil 2002), com a finalidade de identificar aspectos da medição nos trabalhos experimentais. Um estudo descritivo exige do pesquisador uma delimitação precisa de técnicas e métodos, modelos e teorias que orientarão a coleta dos dados. Nesse sentido, utiliza-se como método a Análise de Conteúdo.

Entretanto interessa-se também em assumir a interpretação como uma característica da pesquisa, uma vez que se considera importante a compreensão dos fenômenos sociais. Nas palavras de Pérez Gómez (2008):

A investigação interpretativa que propõe a compreensão dos significados no âmbito da realidade natural de interações sociais, não poderá reduzir seu estudo à identificação de pautas ou padrões comuns de comportamento, transferíveis de um contexto para contextos, mas se preocupará também, com a compreensão dos aspectos singulares, anômalos, imprevistos, diferenciadores (PÉREZ GÓMEZ, 2008, p.105).

### 5.1 O método da pesquisa: Análise de Conteúdo

Para a coleta dos dados optou-se pelo método da Análise de Conteúdo, e permitir a caracterização dos trabalhos prático-experimentais presentes nos livros didáticos de Biologia.

Considera-se Análise de Conteúdo adequada aos propósitos da pesquisa, pois permite identificar as presenças ou ausências das categorias estabelecidas para o estudo dos livros didáticos.

A análise de conteúdo é compreendida como um conjunto de técnicas de pesquisa cujo objetivo é a busca do sentido ou dos sentidos de um documento (CAMPOS, 2004). Para Bardin (2002) a análise de conteúdo, enquanto método se torna um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. Este método se compõe de um conjunto de técnicas utilizadas para a realização da análise qualitativa de dados.

Bardin (2002 p. 38) acrescenta que a “intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (eventualmente de recepção) e recorre a indicadores (quantitativos ou não)”. A autora assegura que a análise de conteúdo consiste na manipulação de mensagens (do conteúdo e expressão desse conteúdo), visando demonstrar os indicadores que permitam inferir o que está implícito na mensagem ou no documento. Deste modo busca-se desvelar com esse método, os valores subjacentes aos livros didáticos.

A análise de conteúdo se estrutura nas seguintes fases: a) pré-análise; b) a categorização (unidades de análise); c) elaboração das tabelas; d) o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação.

#### 5.1.1 A pré-análise

É a fase de organização propriamente dita, um período de primeiros contatos com os materiais, das buscas iniciais, de intuições (FRANCO, 2003). Realiza-se a leitura flutuante na qual se toma contato com os documentos a serem analisados, se faz as primeiras leituras dos textos e deixa-se fluir impressões e orientações (CAMPOS, 2004).

#### 5.1.2 Categorização

A análise de conteúdo categoriza e identifica núcleos comuns (unidades de análise). A classificação segundo Bardin (2002) consiste em dividir os elementos para conferir uma dada organização às mensagens, isto é, transformar dados brutos em dados organizados. Desta maneira se estabelece para a análise do material um sistema de categorias.

Com relação à categorização Franco (2003) esclarece que é a operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação, seguido de um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos. Campos (2004)

define as categorias como grandes enunciados que abarcam um número variável de temas, segundo seu grau de intimidade ou proximidade, e que possam através de sua análise, exprimir significados e elaborações importantes que atendam aos objetivos de estudo e criem novos conhecimentos, proporcionando uma visão diferenciada sobre os temas propostos. A categorização possibilita que a informação seja acessível e manipulável, como representações condensadas (BARDIN, 2002).

As categorias utilizadas podem ser definidas *a priori* ou *a posteriori*, quando as categorias surgem da “fala”, do discurso, do conteúdo da resposta e implicam idas e voltas do material de análise para a teoria (FRANCO, 2003).

Escolheu-se para esse estudo categorias *a posteriori*, pois se destaca como obstáculo para a escolha *a priori* é o fato de que muitas vezes, o uso de categorias pré-definidas promove um certo “engessamento” das categorias temáticas, podendo limitar a abrangência de novos conteúdos importantes, nas quais emergem e por algum motivo não se “adequam” nessas categorias prévias (FRANCO, 2003; CAMPOS, 2004).

Ao optar por um modelo aberto, foi possível não definir as categorias no início, estas tomam forma e são elaboradas no curso da própria análise, surgindo do contexto de análise, como consequência obriga o pesquisador a idas e vindas ao material analisado, como também, as teorias que embasam o estudo (CAMPOS, 2004).

O material empírico de análise (livros didáticos de Biologia) possibilitou elaborar e classificar os elementos nas seguintes categorias:

### **1 Base epistemológica** – é o tratamento dado ao conteúdo de Biologia;

- a) Teórico: no capítulo é utilizado apenas o conteúdo conceitual para assimilação do conhecimento, não apresentando trabalhos prático-experimentais (TP/E);
- b) Teórico – prático: no capítulo é utilizado tanto o conteúdo conceitual, quanto trabalhos prático-experimentais para assimilação do conhecimento.

### **2 Concepção de ciência implícita no trabalho prático-experimental**

Nessa categoria o trabalho prático-experimental se identifica a concepção em que ocorre a produção e a legitimação do *corpus* de conhecimento científico para compreender e explicar o mundo, revelando a maneira com que o autor de livro didático concebe a ciência. Após a leitura dos materiais optou-se pela seguinte tipologia:

- a) Racionalista: a ciência é um conhecimento racional dedutivo e demonstrativo como a matemática, assim, capaz de provar a verdade necessária e universal de seus enunciados e resultados, sem deixar qualquer dúvida possível. Uma ciência é a unidade sistemática de axiomas, postulados e definições, que determinam a natureza e as propriedades de seu objeto, e de demonstrações, que provam as relações de causalidade que regem o objeto investigado. Nesse tipo de trabalho o estudante se baseia na teoria para tentar corroborá-la ou refutá-la através do trabalho prático-experimental;
- b) Empirista: a ciência é uma interpretação dos fatos baseada em observações e experimentos que permitem estabelecer induções e que, ao serem completadas, oferecem a definição do objeto, suas propriedades e suas leis de funcionamento. A teoria científica resulta das observações e dos experimentos, de modo que a experiência não tem simplesmente o papel de verificar e confirmar conceitos, mas tem a função de produzi-los. Estabelece métodos experimentais rigorosos, pois deles depende a formulação da teoria e a definição da objetividade investigada. Assim o estudante observa o fenômeno mostrado no trabalho prático-experimental, para elaborar suas conclusões;
- c) Construtivista: a ciência uma construção de modelos explicativos para a realidade e não uma representação da própria realidade. O cientista combina dois procedimentos – um do racionalismo, e outro, vindo do empirismo – e a eles acrescenta um terceiro, vindo da ideia de conhecimento aproximativo e corrigível. O estudante é estimulado a elaborar o conceito através do trabalho prático-experimental;

### **3 Tipo de trabalho prático-experimental;**

Nessa categoria classificou-se o tipo de trabalho prático-experimental com base na classificação proposta por Caamaño (2008) fundamentada e modificada em propostas de outros autores como Woolnough e Allsop (1985), Gott; Welfordy e Foulds (1988): Experiências; Experimentos ilustrativos; Exercícios práticos; Investigações.

- 1- Experiências: são atividades realizadas para que o aluno entre em contato perceptivo (sensorial) com os fenômenos;
- 2- Experimentos Ilustrativos: são atividades em que se ilustra um princípio ou uma relação entre variáveis, normalmente assumindo uma abordagem qualitativa ou

semiquantitativa para o fenômeno que tem característica demonstrativa, ou ilustrativa;

- 3- Exercícios Práticos: são atividades realizadas para corroborar uma teoria e aprender determinados procedimentos e habilidades.
- 4- Investigações: são atividades em que há uma discussão de idéias, a elaboração de hipóteses explicativas, elaboração de experimentos para testá-las. É uma oportunidade aos alunos de solucionar problemas teóricos (de interesse de uma teoria) com vistas ao conhecimento conceitual, ou solucionar problemas práticos com ênfase na compreensão procedimental (embora tenha conceitos presentes), relacionados normalmente com aspectos de CTSA.

#### **4 Conteúdo conceitual de Biologia presentes nos trabalhos prático-experimentais**

Agrupou-se de acordo com o “tipo de conteúdo conceitual” abordado nas seguintes subcategorias: Biologia Celular; Bioquímica; Botânica (inclusive a Fisiologia Vegetal); Ecologia; Embriologia; Evolução; Fisiologia Humana; Genética; Histologia; Origem da Vida; Método Científico; Microbiologia (incluíram-se nessa subcategoria os Vírus, Procariontes, Protistas e Fungos); Zoologia.

#### **5 Exigência da Medição no trabalho prático-experimental:**

- a) Nessa categoria observa-se a exigência ou não da medição para realização dos trabalhos prático-experimentais propostos pelo livro didático.

#### **6 Apresentação do procedimento geral de medir nos trabalhos prático-experimentais:**

Nessa categoria está o modelo invariante como procedimento geral para medição em trabalho prático-experimental desenvolvido por Núñez e Silva (2008), representados pelas seguintes operações:

- a) Determinar o sistema para o qual se deseja medir a magnitude de interesse;
- b) Escolher a unidade de medida e o instrumento mais adequado à situação. O instrumento deve estar associado à maior validade e a maior confiabilidade;
- c) Fazer previsões razoáveis (estimativas) sobre os resultados da medição;
- d) Reconhecer o erro na medição e utilizar procedimentos adequados para minimizar o erro;
- e) Determinar como se variar e o número de medições da variável independente;

- f) Determinar como se vai produzir os valores da variável dependente;
- g) Determinar a precisão com que deve ser realizada a medição;
- h) Realizar a medição fazendo os registros necessários, que representam uma classe de resultados que correspondem aos possíveis sucessos da medição;
- i) Discutir os resultados da medição;
- j) Comparar os resultados com as previsões.

As subcategorias analisadas, quais sejam:

- a) A dimensão integral explícita: assim o trabalho prático-experimental segue o modelo invariante do procedimento geral de medir, revelando-o aos alunos;
- b) A dimensão integral implícita: assim o trabalho prático-experimental segue o modelo invariante do procedimento geral de medir sem revelá-lo ao aluno;
- c) A dimensão parcial explícita: assim o trabalho prático-experimental segue em parte o modelo invariante do procedimento geral de medir e o revela aos alunos;
- d) A dimensão parcial implícita: assim o trabalho prático-experimental segue em parte o modelo invariante do procedimento geral de medir, mas não o revela aos alunos.

## 5.2 Organização dos dados

Os dados se organizam em gráficos e tabelas que permitem reunir os dados tratados, para uma melhor organização e visualização. Nas tabelas estão as categorias e subcategorias de forma quantificada.

Para identificação das obras didáticas analisadas

Código da coleção no PNL D	Nome da coleção	Autor (es)	Editora

Quadro: Caracterização das obras didáticas analisados

Categoria 1

Tabela: Base epistemológica em cada livro didático

Coleções	Teórico	Teórico / Prático	Total de capítulos por volume
V1			
V2			
V3			

Categoria 2

Tabela: Concepção de ensino e ciência implícita nos trabalhos prático-experimentais propostos em cada livro didático

Coleção	Concepção de ciência implícita nos TP/E			
	Racionalista	Empirista	Construtivista	Total
<b>Total</b>				

### Categoria 3

Tabela: Total de trabalhos práticos por coleção de livro didático quanto a sua tipologia

Coleção	Tipologia de trabalhos práticos				Total
	Experiência	Experimento Ilustrativo	Exercícios Práticos	Investigações	
<b>Total</b>					

### Categoria 4

Tabela: Distribuição das atividades por conteúdo de Biologia

Coleção	BC	BQ	BT	EB	EC	EV	FH	GE	HT	MC	MO	OV	ZO	Total
<b>Total</b>														

As abreviações correspondentes aos conteúdos são:

BC- Biologia Celular; BT – Botânica; BQ – Bioquímica; EB – Embriologia; EC – Ecologia; EV – Evolução; FH – Fisiologia Humana; GE – Genética; HT – Histologia; MC - Método Científico; MO – Microbiologia; OV – Origem da Vida; ZO – Zoologia

### Categoria 5

Tabela: Total de trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição por obra didática

Coleção	Número de trabalhos práticos sem exigência de medição	Número de trabalhos práticos com exigência de medição	Total
<b>Total</b>			

### Categoria 6

Tabela: Apresentação do procedimento geral de medir em trabalho prático-experimental

Coleção	Procedimento geral de medir				Total
	Integralmente explícita	Integralmente implícita	Parcialmente explícita	Parcialmente implícita	
<b>Total</b>					

### 5.3 Procedimento para coleta e Tratamento dos dados

Após a categorização e elaboração das tabelas fichas de análises, passou-se então para a coleta e análise dos dados. Para o tratamento dos dados a técnica da análise categorial foi utilizada e, de acordo com Bardin (2002), baseia-se em operações de desmembramento do texto em unidades, ou seja, descobrir os diferentes núcleos de sentido que constituem a comunicação, e posteriormente, realizar o seu reagrupamento em classes ou categorias.

Desta forma, pretendeu-se abranger, de uma maneira geral, a caracterização dos trabalhos prático-experimentais nos livros didáticos. A seguir, expõem-se os resultados que foram obtidos no trabalho realizado.

## **Capítulo 6**

# **ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS: RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## 6 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a delimitação da metodologia, do material empírico da pesquisa, a categorização e sua caracterização em subcategorias realizaram-se então as análises. A avaliação do material seguiu de acordo com a definição das categorias e subcategorias de análise. Os resultados obtidos são apresentados adiante em tabelas, gráficos, além disso, se faz uma discussão desses resultados e suas implicações com o procedimento de medir nos trabalhos prático-experimentais.

Para facilitar o estudo, cada livro foi identificado com marcadores alfabéticos (de **A** até **H**) que serão os referenciados nos instrumentos de análise e comentários posteriores.

### 6.1 Seleção das obras didáticas analisadas

Neste estudo os materiais empíricos utilizados foram os livros didáticos de Biologia que fazem parte das oito coleções (em três volumes cada uma) de livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012 e constam no guia de escolha, disponibilizado ao professor da rede pública de ensino para seleção e utilização em três anos letivos consecutivos. Essa escolha se deve ao desejo de oferecer um estudo global em relação às obras didáticas disponíveis, para a escolha dos professores como uma ferramenta a mais para subsidiá-los em seu trabalho didático.

A seguir caracterizam-se os livros didáticos analisados neste estudo:

Código da coleção no PNLD	Nome da coleção	Edição/Ano	Autor (es)	Editora
25028COL20 (A)	Biologia	10ª ed. / 2010	César da S. Júnior; Sezar Sasson e Nelson Caldini Júnior	Saraiva
25031COL20 (B)	Biologia	1ª ed. / 2010	Antônio Pezzi; Demétrio O. Gowdak; Neide S. de Mattos	FTD
25168COL20 (C)	Ser Protagonista.	1ª ed. / 2010.	Fernando S. dos Santos; João B. V. Aguilar; Maria M. A. de Oliveira	Edições SM
25027COL20 (D)	Bio	1ª ed. / 2010	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	Saraiva
25130COL20 (E)	Novas Bases da Biologia	1ª ed. / 2011.	Nélio Bizzo	Ática
25036COL20 (F)	Biologia Hoje	1ª ed. / 2010	Sérgio Linhares e Fernando Gewandzajder	Ática
25035COL20 (G)	Biologia	3ª ed. / 2010.	José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho.	Moderna
25033COL20 (H)	Biologia para Nova Geração	1ª ed. / 2010	V. Mendonça e Janet Laurence	Nova Geração

Quadro 2: Caracterização das coleções didáticas analisadas

Os livros didáticos são edições recentes entre sete tem a edição do ano de 2010 (A, B, C, D, F, G, H) e um a edição 2011 (E), dessa forma estão atualizados com as questões biológicas e educacionais discutidas na contemporaneidade.



Figura 1: Coleções A e B  
Fonte: Autoria própria



Figura 2: Coleções C e D  
Fonte: Autoria própria

Os autores das coleções A, D, F, G e H já tiveram obras aprovadas no PNLEM/2009. Os autores das coleções B, C, E colocaram pela primeira vez suas obras para análise no PNLD/2012, sendo estas aprovadas.



Figura 3: Coleções E e F  
Fonte: Autoria própria



Figura 4: Coleções G e H  
Fonte: Autoria própria

Os livros didáticos analisados eram destinados ao professor. Estes além de conter o mesmo conteúdo do livro do aluno apresentam em anexo o Manual do Professor. Este manual se constitui de uma descrição geral da proposta didática da coleção, sua organização em relação aos conteúdos, sugestões de leitura complementares e de aprofundamento, respostas das questões (exercícios discursivos e de múltipla escolha) contidas em cada capítulo, atividades e estratégias para abordagem do conteúdo.

Nos manuais do professor dos LD os autores discutem suas obras como já organizadas para atender as novas demandas educacionais no país, refletidas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), como também, para atender os editais abertos pelo

Ministério da Educação. É possível perceber ao ler nos manuais do professor o destaque dado para a necessidade de formação as competências e habilidades, definidas nos PCN+ e PCNEM.

## 6.2 Base epistemológica

A Base Epistemológica como categoria definida nesse trabalho diz respeito à maneira como o conteúdo de Biologia é ensinado nos capítulos dos livros didáticos, com duas subcategorias, Teórico ou Teórico/Prático. Na subcategoria Teórico o conteúdo do capítulo é utilizado apenas para o ensino de conceitos para assimilação do conhecimento, através da leitura de textos, exercícios e atividades nele inserido, sem propor trabalhos prático-experimentais (TP/E). Na subcategoria Teórico/Prático o conteúdo do capítulo é utilizado tanto a aprendizagem dos conceitos, quanto em trabalhos prático-experimentais para assimilação do conhecimento abordado.

A caracterização dos resultados em cada coleção é mostrada na tabela 5.

Tabela 5: Base epistemológica em cada livro didático

Coleções	Teórico	Teórico / Prático	Total de capítulos por volume	
A	V1	18	0*	18
	V2	36	0*	36
	V3	24	0*	24
B	V1	13	5	18
	V2	23	4	27
	V3	15	0*	15
C	V1	0	18	18
	V2	0	23	23
	V3	0	16	16
D	V1	9	3	12
	V2	8	5	13
	V3	12	3	15
E	V1	5	6	11
	V2	9	6	15
	V3	10	1	11
F	V1	12	11	23
	V2	23	9	34
	V3	17	4	21
G	V1	16	0*	16
	V2	16	0*	16
	V3	12	0*	12
H	V1	10	2	12
	V2	19	0*	19
	V3	12	0*	12

O Volume do livro é representado por V seguido do respectivo número da coleção

\*Os trabalhos prático-experimentais estão no manual do professor

O resultado da análise mostrou que a coleção C apresenta sugestões de atividades práticas em todos os capítulos do LD do aluno, sem propor nenhuma a mais no manual do professor. Cinco coleções (B, D, E, F, e H) oferecem trabalhos prático-

experimentais em alguns capítulos dos livros didáticos. Três dessas coleções (D, E, F) apresentam sugestões de TP/E apenas no livro do aluno, não obstante, as outras duas coleções (B, H) apresentam sugestões extras de TP/E no manual do professor, como acréscimo para o auxílio ao trabalho do professor. As coleções A e G não apresentam nenhuma sugestão de atividades prático-experimentais no LD do aluno, estas obras trazem propostas de trabalhos prático-experimentais no manual do professor.

Na coleção A os autores reconhecem a importância dessas atividades, que se relacionam diretamente com o “saber fazer” e um dos pilares da UNESCO e que merecem esforços na sua implementação, entretanto deixa a possibilidade do uso e a seleção da atividade a ser realizada sob responsabilidade do professor (p. 28 do manual do professor).

Os autores da coleção G mencionam que no suplemento do professor sugerem a atividades complementares como “pesquisas, debates, simulações e aulas práticas, entre outras, idealizadas para dinamizar o curso de Biologia e motivar os estudantes” (p.12 do suplemento do professor), deixando a realização dos TP/E também na decisão do professor.

Concorda-se com Pereira e Quadros (2010) ao refletirem sobre a falta de trabalhos prático-experimentais em alguns livros do aluno de Química na sua pesquisa, que esta ausência pode sinalizar para os professores e também para os alunos uma menor importância dessas atividades, ou seja, essas atividades são pouco necessárias até desnecessárias para o processo de ensino-aprendizagem, e este entendimento não se modifica mesmo que essas atividades estejam presentes no manual do professor.

De forma geral os LD analisados mostram uma valorização ao aprendizado do conteúdo conceitual separado do procedimental e atitudinal, o que se caracteriza como uma tendência do ensino “tradicional”. Explicitamente existe a tendência de não usar os trabalhos prático-experimentais como uma via de formação de procedimentos. Além disso, a Biologia como uma das ciências naturais apresenta um componente experimental, os LD na sua maioria não refletem isso, e contribuem para que os conteúdos ministrados sejam voltados para uma abordagem conceitual em sala de aula, e pode, como consequência, desmotivar e promover o desinteresse do aluno pela disciplina.

Para Pozo e Gómez Crespo (2009) tradicionalmente o ensino-aprendizagem de procedimentos nunca teve centralidade no ensino de ciências. Os autores continuam

explicando que faz parte da tradição transmitir o *corpus* conceitual das disciplinas, seus modelos e teorias, para interpretar a natureza e seu funcionamento.

Sabe-se que a aprendizagem do conteúdo conceitual é inerente à educação e se observa isso principalmente no ensino de Ciências. Alvarez de Zayas (1992) e Pro Bueno (2007) assinalam que toda ciência tem um campo conceitual que permite caracterizar seu objeto em movimento, estruturado com fatos e os fenômenos, Conceitos, Princípios, Leis e Teorias, que configuram um quadro geral ou Paradigma da disciplina científica em questão.

Segundo Pro Bueno (2007) as Ciências da Natureza se caracterizam por um *corpus* de conhecimentos (conteúdo conceitual), uma metodologia de investigação (conteúdo procedimental), assim como formas de pensar e agir (conteúdo atitudinal). Apesar das críticas da separação do conhecimento nessas tipologias, uma vez que essas separam aprendizagens que se dão simultaneamente, é preciso reforçar que esses tipos de conteúdos estão inter-relacionados, e é conveniente enfatizar que são dependentes (LOPES E NÚÑEZ, 2011). Como se mostra na figura 5:

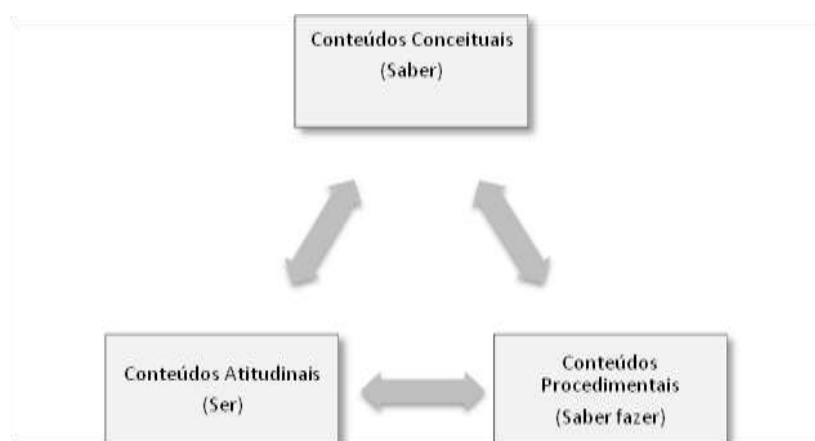


Fig. 5: Interrelação e dependência dos conteúdos escolares

Fonte: Lopes e Núñez (2011), p. 71.

Sanmarti (2000) assinala para o fato de que a tipificação do conhecimento tem a vantagem de provocar nos professores a ideia, a qual ensinar ciências é algo além do que informar conceitos e teorias. Deste modo, como acentua Lopes e Núñez (2011) permite-se pensar no ensino dos processos e técnicas associados aos métodos das ciências, assim como de valores relacionados com os conhecimentos científicos. Nessa perspectiva Lopes e Núñez (2011) afirmam:

[...] os alunos necessitam assimilar e interpretar os conteúdos escolares que os auxiliem no desenvolvimento máximo de suas capacidades de ordem cognitiva, afetiva, física, ética, bem como de relação interpessoal e inserção social. Para aprender sobre o objeto de conhecimento, o aluno precisa adquirir informações, vivenciar situações, resolver problemas, em que conceitos estejam postos, permitindo a aquisição de atitudes em relação às metas a serem atingidas na educação escolar (LOPES E NÚÑEZ, 2011, p.72).

Zabala (1998) opina que a aprendizagem de conceitos envolve atividades complexas como, por exemplo, as atividades experimentais que podem possibilitar a relação dos novos conteúdos aos conhecimentos iniciais dos alunos.

Para Pozo e Gómez Crespo (2009) o ensino de ciências precisa adotar como uma das suas metas prioritárias a práxis de apoiar os alunos a aprender e a fazer ciência, ou seja, ensinar procedimentos para a aprendizagem de ciências.

Buffer et al. (2001), Gomes; Borges e Justi (2008) ressaltam que é comum aos educadores científicos aspirarem ao conhecimento declarativo (conceitual) dos estudantes, em detrimento ao conhecimento procedimental para a compreensão dos fenômenos e suas relações entre grandezas físicas e teorias.

Assim, é pouco comum a esses educadores, considerarem que nos procedimentos se encontram as ações das tarefas investigativas do trabalho prático-experimental conduzidas por um planejamento, em que as magnitudes medidas geram os dados para análise e são usadas para estabelecer as relações com as teorias.

Realizar a caracterização epistemológica dos livros didáticos permite revelar a importância dada ao conhecimento conceitual e ao procedimental (além do atitudinal) através do trabalho prático-experimental ao ensino de Biologia. A presença do conhecimento procedimental nos livros didáticos traz uma visão de atuação e de destaque a esse conhecimento, que possibilita ao estudante nos TP/E na opinião de Buffer et al. (2001) avaliar a qualidade dos dados experimentais obtidos nas medições, ponderando se estes estabelecem ou não um conhecimento válido. Os TP/E nos livros didáticos de Biologia podem ser um caminho orientado para a aquisição de novos conhecimentos e habilidades, favorecendo a aprendizagem de conceitos articulados aos procedimentos e atitudes.

### **6.3 Concepção de ciência implícita no trabalho prático-experimental**

A concepção de ciência implícita nos TP/E se refere a como o livro didático em que se encontra a produção e a legitimação do *corpus* de conhecimento científico para compreender e explicar a natureza.

Abaixo se mostra o resultado da análise dessa categoria na tabela 6:

Tabela 6: Concepção de ciência implícita nos trabalhos prático-experimentais propostos em cada livro didático

Coleção	Concepção de ciência implícita nos TP/E*			
	Racionalista	Empirista	Construtivista	Total
A	28	1	3	32
B	40	1	1	42
C	25	7	10	42
D	5	0	2	7
E	10	0	1	11
F	20	5	1	26
G	50	0	3	53
H	8	1	0	9
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>222</b>

\* Trabalhos prático-experimentais tanto nos LD dos alunos quanto no manual do professor (MP)

A seguir é mostrado no gráfico 1 a proporção de TP/E de acordo com a concepção de ciência implícita.

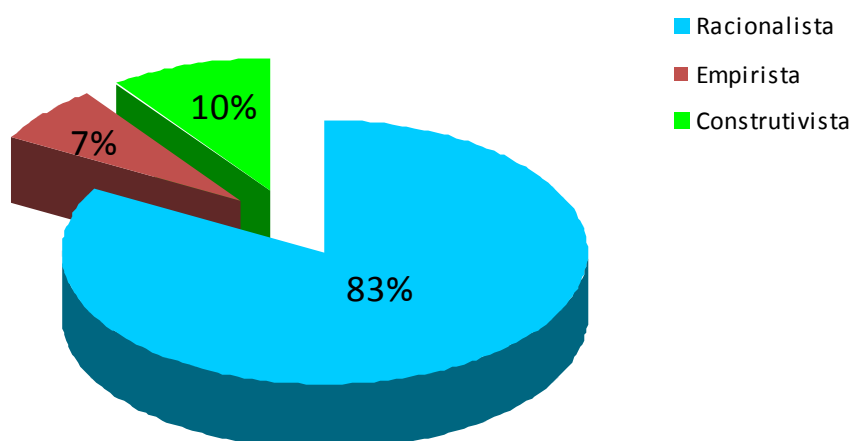


Gráfico 1: Proporção de TP/E nos LD e no MP segundo a concepção implícita de Ciência.

A concepção e a imagem da ciência adquirida pelos estudantes têm basicamente duas fontes o professor e o livro didático (KRASILCHIK, 2004). O professor da maneira como organiza o processo ensino-aprendizagem e as estratégias utilizadas no desenvolvimento das atividades pedagógicas. Os LD conferem a imagem da ciência a partir da maneira como apresenta o conhecimento, se de modo fragmentado, acrítico,

pronto, acabado e descontextualizado, ou ao contrário crítico, como uma tendência atual de uma ciência em elaboração, contextualizada, interconectada, seja no corpo do conteúdo, nas relações que faz com a tecnologia, sociedade, e ambiente, mas principalmente nos trabalhos prático-experimentais (TP/E).

Nessa categoria houve a predominância dos trabalhos prático-experimentais cuja concepção de ciência é Racionalista representando na média 83% dos TP/E sugeridos, acompanhada da concepção Construtivista com 10%, e a visão Empirista da ciência representou média de 7%.

Esse resultado sugere uma preferência pela concepção demonstrativa ou verificacionista dos trabalhos prático-experimentais tão característico da visão Racionalista da ciência.

Como uma característica importante das ciências naturais é a experimentação, é preciso cuidado ao escolher e propor TP/E na ação pedagógica, pois implica numa compreensão e valorização da importância que possui a natureza da ciência com vistas à formação científica adequada para os estudantes.

Optou-se em analisar os TP/E presentes no manual do professor para avaliar a imagem da ciência constante nos LD das coleções A e G, bem como, as sugestões extras nas coleções B e H, pois mesmo que o aluno não tenha acesso, essa imagem de ciência pode ser transmitida para ele, através do professor pela influência que o livro possui no seu trabalho.

Nesse sentido Goldbach et. al. (2009) pondera que se a proposição da atividade prática está presente somente no livro do professor, sua realização está sujeita ao interesse e disponibilidade do professor; por outro lado, quando está exposta no livro do aluno, este também tem contato com a prática e talvez possa realizá-la, ou caso não a execute certamente terá conhecimento de sua existência, por sua própria conta.

A seguir são mostrados e discutindo os resultados de cada uma dessas concepções de ciência encontrados nos livros didáticos analisados.

### 6.3.1 Racionalismo

Nessa concepção de ciência o conhecimento afirmado na teoria é confirmado com demonstrações experimentais. Assim se caracteriza pela demonstração e verificação da teoria estudada e têm por finalidade educativa a retomada / confirmação de um conteúdo previamente estudado em sala de aula.

De acordo com Pro Bueno (2007) a prioridade no ensino de ciências baseado nessa concepção seria desenvolver o raciocínio e a lógica dos alunos, e o ensino dos conteúdos específicos seria secundário. Os experimentos são executados num aspecto verificacionista, ou seja, através das instruções (procedimento) realiza-se uma TP/E pra encontrar um resultado já esperado e conhecido, obtido como produto final, que ratifica a teoria. Esta concepção segundo Alexandre (1997) apóia-se na visão de um ensino baseado na transmissão/recepção. Nessa perspectiva aprender ciência é assimilar conhecimento científico assim como foi formulado, o professor expõe e os estudantes ouvem, há uma diminuição da importância da experiência de conteúdo prático, e quando é realizado o professor apenas demonstra.

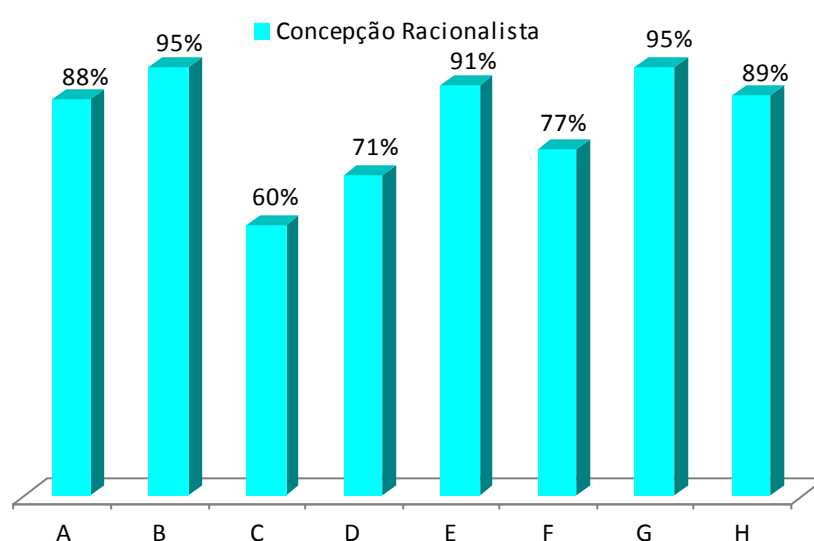


Gráfico 2: Proporção de TP/E segundo a concepção Racionalista da ciência, implícita nas oito coleções

A concepção Racionalista da ciência implícita nos trabalhos prático-experimentais foi a mais presente nas oito coleções. As coleções B, E e G foram as que apresentaram uma maior proporção da visão Racionalista em relação às demais concepções, foi predominante com mais de 90% do total. Enquanto na coleção C apresentou menor proporção dentre as oito coleções com 60%.

No Racionalismo tanto o trabalho prático-experimental quanto a medição, que possa ser realizada, tem um papel secundário, isto porque os estudantes através dessas atividades os estudantes buscam corroborar ou refutar uma teoria pré-existente através do experimento. O TP/E proposto no livro didático, pela qual o estudante é solicitado a realizar um determinado experimento, baseado em algo previamente conhecido, dessa forma a medição serve para fornecer dados que confirmem e verifiquem a teoria.

Nessa concepção o TP/E possui caráter demonstrativo para corroborar o conhecimento de uma teoria estudada no capítulo. Ao professor cabe escolher entre realizá-lo da maneira como é apresentado, ou a torná-lo mais aberto, privilegiando as condições para a reflexão, aprofundamento dos conteúdos estudados.

### 6.3.2 Construtivismo

A concepção Construtivista alcançou maior ênfase nas coleções C com 23% e D com 29% das sugestões de TP/E. A representatividade dessa concepção foi menor de 10% nas coleções A, B, E, F e G, enquanto na coleção H não houve TP/E com esta concepção.

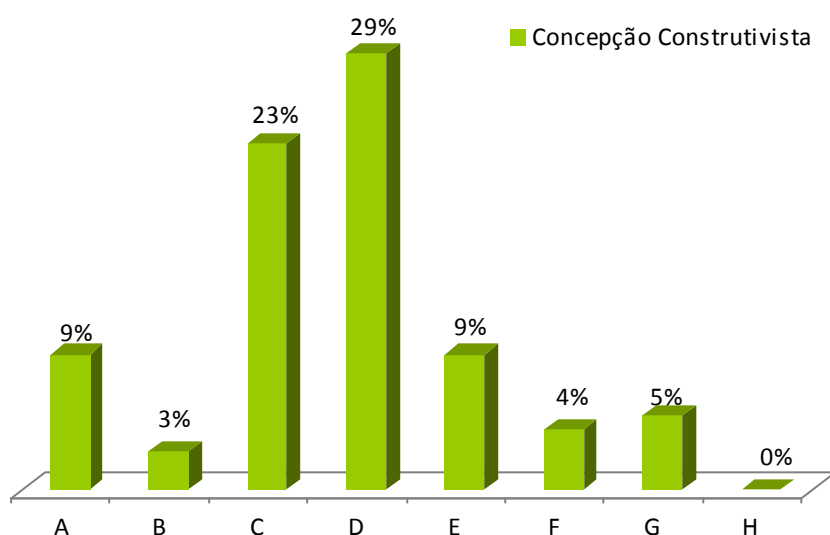


Gráfico 3: Proporção de TP/E segundo a concepção Construtivista da ciência, implícita nas oito coleções

Nas obras C e D os TP/E foram sugeridos como investigações, montagem de pequenos ecossistemas, elaboração de modelos. As coleções indicaram também outras estratégias construtivistas de ensino, entretanto não se caracterizam como TP/E da maneira que foram sugeridos, quais sejam: jogos, visitas em espaços não-formais de aprendizagem, debates e simulações.

Nessa concepção, o conhecimento é entendido como construído, ou melhor, reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes estimulando as reflexões nos estudantes, ajudando na obtenção do conhecimento biológico.

Na opinião de Pinho Alves (2000) a atividade experimental na perspectiva construtivista procura ultrapassar as demais concepções epistemológicas, pois considera o estudante como alguém que possui um conjunto de explicações construídas na sua história de vida com experiências pessoais e, busca se relacionar com o mundo em que

vive de modo satisfatório. Assim o TP/E, e a medição são usados para gerar uma negociação sobre conhecimento, na construção do saber científico. Segundo Pinho Alves (2000) as TP/E realizadas com a concepção construtivista, apresentam uma epistemologia orientadora clara, nas quais se valorizam os aspectos distintos daqueles envolvidos na concepção empirista por mais próximo que pareçam estas atividades desenvolvidas no laboratório tradicional (bastante aproximado com a visão empirista).

Rosito (2003) assinala que as atividades nessa perspectiva são organizadas a partir de conhecimentos prévios dos estudantes, combinando ação e reflexão, tendo a discussão e o diálogo com um papel importante. Nesse sentido os alunos apresentam maior autonomia o laboratório perde sua centralidade, passa a ser um espaço mais aberto, as tarefas não usam roteiros fixos ou experimentos do tipo “receita”.

Nunes e Ferreira (2010) destacam que uma maneira de estabelecer a relação teoria-prática é a utilização de modelos, visto que estes podem propiciar um modo de conceber o realismo científico sem, no entanto, identificá-los com as formas mais ingênuas, que acabam por propor as teorias científicas como imagens refletidas da realidade. A elaboração de modelos tem como objetivo facilitar a compreensão, porém, sob a uma fundamentação teórica relevante, como também complementa o trabalho experimental (NUNES E FERREIRA, 2010).

Para Giordan (1999) a experimentação deve também cumprir a função de alimentadora do processo de significação do mundo, quando se permite operá-la no plano da simulação da realidade. Nas situações de simulação, desencadeia-se um jogo entre os elementos e as relações, que devem manter correspondência com seus análogos no plano do fenômeno.

Destaca-se a necessidade de esclarecer aos estudantes que modelos não são a realidade, contudo são representações, aproximações a partir do qual se pode observar, refletir, pensar, manipular e compreender. Pietrocola (1999) enfatiza que a construção de modelos favorece a capacidade criativa e adicionam uma mudança de qualidade no conhecimento científico escolar.

A construção de modelos permite desenvolver algumas habilidades científicas práticas como observar e manipular; possibilita a exploração, a extensão e o limite de determinadas teorias, o contato com a natureza e com o fenômeno estudado pelos alunos (MIGUENS E GARRET 1991). Compartilha-se com Hoering e Pereira (2004) na afirmação que, ao observar o modelo do objeto de seu estudo, o estudante apreende melhor o conteúdo conceitual. Ao construir o que será observado o estudante participa

ativamente do processo, pode manipular, tocar, bem como, mobilizar sua criatividade, destrezas manuais e assim pode reelaborar o conceito.

No Construtivismo a função dos TP/E é permitir a oportunidade ao estudante de conscientizar-se de que seus conhecimentos anteriores são fontes que ele dispõe para construir expectativas teóricas sobre um evento científico. Estrutura-se para agregar características de versatilidade, de modo a permitir que seu papel mediador se apresente em qualquer tempo e nos mais diferentes momentos do diálogo sobre o saber no processo ensino-aprendizagem.

### 6.3.3 Empirismo

Na concepção empirista o conhecimento está fora do sujeito e o conhecimento é adquirido através do uso dos sentidos, acionados por uma ação física sensorial. O aluno então seria “vazio” na sua origem, aos poucos sendo “preenchido” pelas experiências que tem com o mundo. Nesse modelo de ensino, o conhecimento é “assentado” na cognição do aluno.

O Empirismo foi a visão de ciência com menor número de ocorrências, num total de 15 sugestões de TP/E. No gráfico 4 mostra-se a representatividade desta concepção nas obras didáticas analisadas.

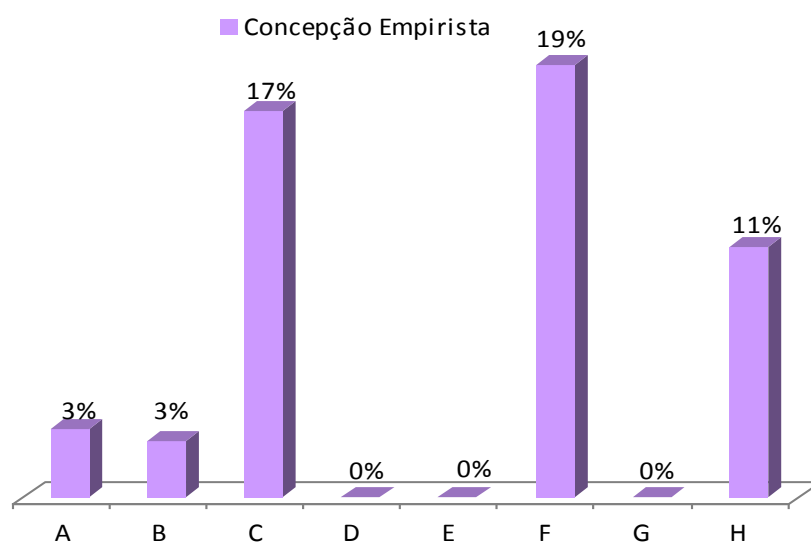


Gráfico 4: Proporção de TP/E segundo a concepção Empirista da ciência, implícita nas oito coleções

Das oito coleções didáticas esta visão de ciência foi mais sugerida nos trabalhos prático-experimentais das coleções C, F e H. Nas obras A (cujos TP/E estão no manual do professor) e B aparece com representação de 3%. Não aparece sugestões de TP/E

com esta concepção de ciência nas coleções D, E e G (cujos TP/E estão no manual do professor).

Na perspectiva Empirista o conhecimento científico inicia-se com a observação, seguido da experiência e finalizadas com a descoberta de regularidades como resultado das observações feitas, apresentando assim as leis e teorias científicas. Os procedimentos executado pelos alunos são orientados numa perspectiva indutivista da ciência, e a observação pode contribuir para dar significado a vivência deles. É através da observação e experimentação nessa visão de ciências, que segundo Pro Bueno (2007) os estudantes descobrem por si só as leis da natureza.

Nos TP/E com essa concepção de ciência percebe-se que o objetivo o inicial é a observação, seguindo então para a experiência com a sua montagem, executando os procedimentos, e ao final os estudantes são instados a discutir os resultados obtidos durante as observações. Pro Bueno (2007) opina que a pretensa importância dada à observação, experimentação, a objetividade e a força da indução não desvendam o que realmente pensamos e tampouco o que fazemos.

É importante enfatizar que abordagem indutivista também aparece implícita, sendo que as leis e teorias são apresentadas previamente aos estudantes no livro didático, adotando e inserindo as observações e a experiência, numa lógica tão somente confirmatória.

Na concepção Empirista a experiência e o uso dos sentidos são a fonte do conhecimento, dessa maneira o TP/E e a medição ocupam papel de destaque. Os trabalhos prático-experimentais são usados para observar o fenômeno e para extrair, daí, a teoria, ou seja, os dados obtidos na medição são usados para descobrir as regularidades dos fenômenos naturais, para formulação dos princípios, as leis, conceitos e teorias científicas. Caracterizam-se quando o TP/E solicita ao estudante que tire suas conclusões, baseado nas observações do experimento realizado e com os dados obtidos.

Chalmers (1993) criticou a visão empirista-indutivista de ciência, negando a possibilidade de justificar-se o princípio da indução, e retorquiu o que denominou de concepção popular de observação, na qual as experiências visuais estariam determinadas unicamente por imagens formadas na retina, e que a mesma imagem do objeto não é vista de uma mesma maneira para observadores diferentes, pois dependem de suas experiências anteriores, seus conhecimentos, e suas expectativas.

Outra crítica feita por Chalmers (1993), Kuhn (1978), entre outros epistemólogos é a inseparabilidade entre pressupostos teóricos e observações. Kuhn

propôs que ao se estabelecer um paradigma a comunidade científica, admite, também, um critério para a escolha dos problemas a serem analisados como passíveis de solução, na vigência do referido paradigma. Chalmers (1993) explica que proposições de observação são sempre feitas na linguagem de alguma teoria e serão tão precisas quanto à estrutura teórica ou conceitual que utilizam, e isso contraria a tese indutivista de que os significados de muitos conceitos são adquiridos através da observação.

Os trabalhos prático-experimentais recomendados são usados para mostrar a validade de determinado princípio (como generalizações propostas para explicar observações), apresentada anteriormente, nas quais os dados são fatos observados que descrevem, por indução, uma série de fatos isolados. Deste modo as teorias são alcançadas a partir de resultados do observado e experimentado, tendo a indução como o processo que conduz as enunciações desde singulares até os gerais.

#### 6.3.4 Considerações sobre a análise da concepção de ciência

Ao analisar os trabalhos prático-experimentais percebeu-se que o Positivismo (outrora, muito presente nos livros didáticos e nos TP/E) não esteve presente como tendência nas coleções analisadas, e isso pode revelar a disposição dos autores em superar esta concepção, bem como, atender as exigências dos editais do Ministério da Educação.

O Positivismo é uma forma de fazer ciência que predominou no século XIX e se manteve no século seguinte. A ciência é entendida como um corpo de conhecimento imutável, acumulativo, comprovado, com ênfase na reprodução de fórmulas, definições, leis, teorias. Aceita como fonte de conhecimento e critério de verdade, a experiência, os fatos positivos, e os dados sensíveis. Tem como característica a objetividade, a neutralidade, o conhecimento como pronto e correto.

Nessa concepção de fazer ciência há apenas um método científico, este é um instrumento utilizado pela ciência na exploração da realidade. Formado por um conjunto de procedimentos fixos, mediante os quais os problemas científicos são formulados e as hipóteses científicas são avaliadas.

Dessa maneira os trabalhos prático-experimentais ensinam aos alunos, só teorias “suficientemente contrastadas”, através do “método científico”, com conceitos inalteráveis, e novos “conhecimentos verdadeiros” da disciplina. Os TP/E são apresentados na forma de roteiro fixo como receita para sua realização, transmitindo ao aluno uma visão de procedimentos pré-determinados, nas quais basta apenas serem

seguidos para a obtenção de resultados prontos e conhecidos, e com uma visão acabada de ciência. A medição é usada como critério de cientificidade, as variáveis devem ser objetivamente medidas, pois aquilo que não pode ser mensurado é insuficiente e insatisfatório.

Os trabalhos prático-experimentais nos LD apresentam procedimentos para sua efetivação, alguns deles como receita, sem espaço para questionamentos dos alunos sobre o porquê de estarem fazendo daquela maneira e não de outra, além disso, alguns antecipam os resultados, e dessa maneira, não estimula a criatividade dos estudantes, melhorando seu aproveitamento, e atenuando essa visão acabada de ciência.

#### 6.4 Tipologia de trabalho prático-experimental

Nessa categoria classificou-se o tipo de trabalho prático-experimental com base na classificação proposta por Caamaño (2007) em: Experiências; Experimentos ilustrativos; Exercícios práticos; Investigações. Observou-se também a presença de atividades que são propostas nos livros didáticos que não se enquadram em nenhuma subcategoria definida *a priori*, que não foram analisadas, são representadas por jogos, procura de informações bibliográficas na biblioteca ou internet, visitas e entrevistas.

São mostrados os resultados obtidos nas análises das coleções didáticas:

Tabela 7: Total de trabalhos práticos por coleção de livro didático quanto a sua tipologia

Coleção	Tipologia de trabalhos práticos				Total
	Experiência	Experimento Ilustrativo	Exercícios Práticos	Investigações	
A	4	6	20	2	32
B	2	7	32	1	42
C	2	8	26	6	42
D	0	0	7	0	7
E	0	0	10	1	11
F	7	3	15	1	26
G	21	8	23	1	53
H	2	1	5	1	9
Total	38	33	138	13	222

Nessa categoria a predominância foi dos Exercícios Práticos com 138 ocorrências, em seguida a Experiência 38, seguido dos Experimentos Ilustrativo 33 e a Investigação com uma presença menor com 13 ocorrências.

No gráfico 5 é mostrada a representatividade de cada uma das tipologias nos trabalhos prático-experimentais, e a predominância TP/E de é a tipologia Exercício Prático, em contrapartida a Investigação é a tipologia que menos apareceu.

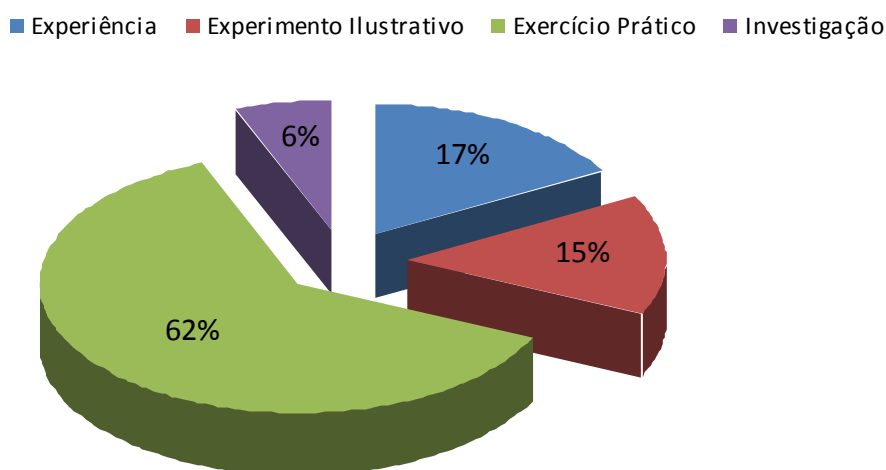


Gráfico 5: Proporção de TP/E nos LD e MP segundo a Tipologia

As coleções G apresentam uma opção por distribuir os TP/E em mais de uma tipologia com 23 para Exercícios Práticos e 21 com Experiências. Opostamente as coleções B, D e E apresentam uma maior concentração de ocorrências em uma só tipologia.

A aprendizagem e a compreensão de procedimentos científicos têm um lugar de destaque nas finalidades dos trabalhos prático-experimentais assinala Caamaño (2007). Esta autora explica que esses TP/E possibilitam tanto a parte prática como o manejo de instrumentos, execuções de medições, técnicas de investigação, quanto processos cognitivos como interpretar, elaborar hipóteses, classificar, entre outras. Desse modo os TP/E apresentados nos livros didáticos, podem ser aproveitados de diversas maneiras, durante o processo de ensino-aprendizagem, cabendo ao professor decidir sobre a melhor estratégia para sua utilização e a finalidade dada quando organiza esse processo.

Apresenta-se as tipologias de TP/E com uma análise, seguindo a ordem de acordo com a proporção encontrada nas análises.

#### 6.4.1 Exercício Prático

Nos Exercícios Práticos se situam as atividades orientadas para a aprendizagem de métodos e técnicas científicas para ilustrar teorias. Portanto nesse tipo de TP/E conhece-se, à partida o resultado que deverá ser obtido na tarefa, ou seja, a pergunta, o

método para resolvê-la e a resposta, já vem determinado no LD e assim, cabe ao aluno seguir o procedimento para e chegar à resposta definida, ou o aluno se restringe a constatar os resultados. A questão a ser respondida, como também, os procedimentos são explicitados na forma de um roteiro, que orienta o aluno a uma única resposta pré-determinada e certa, normalmente apresentada no manual do professor.

Os Exercícios Práticos foi a tipologia predominante nas oito nas coleções de livros didáticos com 62%. A representatividade dos TP/E com essa tipologia pode ser observada nas obras no gráfico 6.

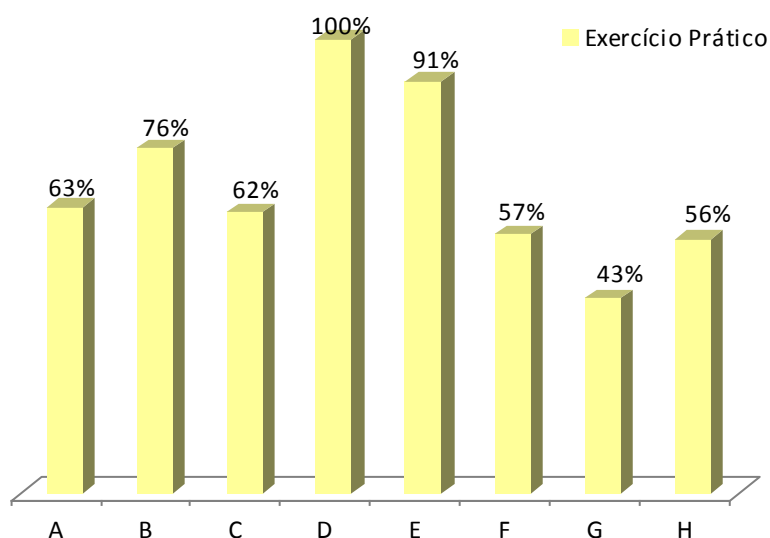


Gráfico 6: Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Exercício Prático nas oito coleções.

As coleções B, D e E foram aquelas que sugeriram o maior número de TP/E com essa tipologia com 76%, 100% e 91% respectivamente. Por outro lado a coleção G sugeriu um menor percentual de Exercícios Práticos com 43%. As demais coleções (A, C, F e H) apresentam percentuais dessa tipologia entre 56% e 63%.

Essas coleções ao sugerir uma quantidade maior dessa tipologia, optam por uma abordagem que prioriza o desenvolvimento de destrezas manuais com técnicas instrumentais como preparar uma amostra para observação ao microscópio, combinada com algum recurso cognitivo, como classificar exemplares de seres vivos formando grupos de acordo com critérios específicos

Segundo Martins et. al (2007) quanto à aprendizagem de competências específicas, os exercícios práticos podem ser de caráter laboratorial, manual: preparar uma amostra para observação ao microscópio, realizar uma filtração, medir uma força (uso do dinamômetro); medir uma massa (uso da balança). Caráter cognitivo: classificar objetos/exemplares formando grupos de acordo com critérios específicos, interpretar,

elaborar de hipóteses, fazer uma previsão de resultados. Caráter comunicacional: relatar uma observação, elaborar relatório, apresentar resultados, descrever dificuldades na execução de uma atividade.

Quanto à ilustração e verificação experimental de uma teoria os exercícios práticos de acordo com Martins et. al (2007) são usados para: verificar que a solubilidade de um soluto num dado solvente tem limite, verificar que materiais diversos se dissolvem em água em diferente extensão, a verificação da tensão superficial da água, verificar a conservação da massa durante a dissolução, e a não conservação do volume. Na Biologia esta tipologia de TP/E são usados para verificação da osmose, preparação de lâminas para visualização ao microscópio, manipular os animais adquiridos, verificação de estruturas de seres vivos, com uso de tesoura, pinça, mas também, solicita procedimentos cognitivos de observação da estrutura anatômica com identificação, desenho dessa estrutura e comparação entre os seres vivos analisados, evidenciando as características essenciais que os colocam numa categoria taxonômica.

Caamaño (2007) ressalta que os Exercícios Práticos para ilustrar a teoria são centralizados para comprovar aspectos teóricos estudados previamente e cuja execução se aprende também destrezas práticas, intelectuais e de comunicação.

#### 6.4.2 Experiência

São TP/E que tem a percepção sensorial como ponto chave e estão voltados para confirmação da teoria estudada. São atividades nas quais os alunos realizam sob a orientação de procedimentos e instruções precisas, seguindo os passos indicados com o objetivo de obter familiaridade com a percepção de fenômenos físico, químico, biológico, como explica Caamaño (2007). São ações como: observar (cor e forma) folhas, rochas, animais e plantas para identificar semelhanças e diferenças ou fazer uma descrição de um dado exemplar; sentir a textura de amostras de materiais para perceber diferenças; cheirar substâncias e materiais (com precaução!) com vista à sua identificação.

Esta tipologia representou 17% dos trabalhos prático-experimentais sugeridos nas oito obras didáticas analisadas, sendo a segunda tipologia de TP/E que mais apareceu. A seguir mostra-se no gráfico 7 a representatividade desta tipologia em cada uma das coleções didáticas:

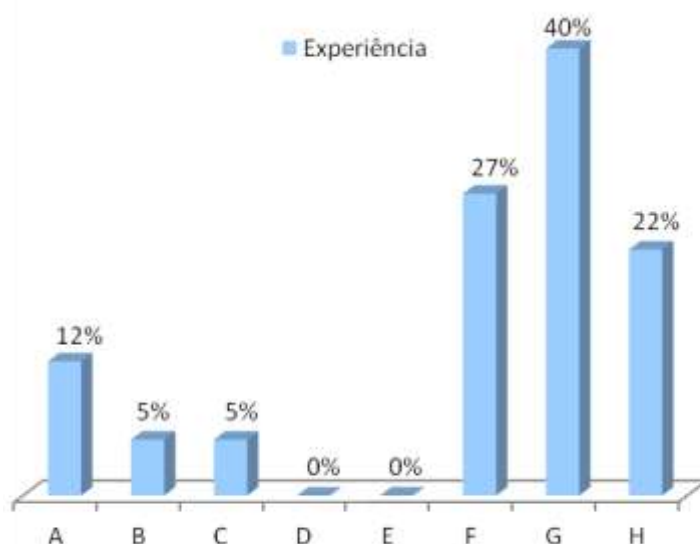


Gráfico 7: Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Experiência nas oito coleções.

O maior percentual por livro foi observado na coleção G com 40%, seguido das obras A, F e H com 12%, 27% e 22% respectivamente. Nas coleções B e C tiveram uma representação de 5%. Por outro lado as coleção D e E não apresentam nenhum trabalho prático-experimental com esta tipologia.

Os trabalho prático-experimental propostos nesta tipologia têm objetivo puramente sensorial, e nas coleções didáticas analisadas, as sugestões são principalmente de observação. Caamaño (2007) explicita que a Experiência pode ser utilizada para depois resolver problemas. Nesta perspectiva a Experiência pode ser o ponto inicial de um conteúdo, estimulando a curiosidade e a criatividade dos estudantes, gerando a necessidade de uma investigação. Desta maneira, entende-se que esta tipologia teria um melhor aproveitamento no aprendizado dos estudantes.

#### 6.4.3 Experimento Ilustrativo

O Experimento Ilustrativo é uma tipologia de TP/E que estabelece a utilização de variáveis na sua efetivação, também direciona predominantemente, a confirmação de informações apresentadas pelo professor, se adequando a uma concepção de ciência Racionalista.

Esta tipologia foi representada por 15% dos trabalhos prático-experimentais propostos nas oito obras didáticas analisadas, ocupando a terceira posição das tipologias. Abaixo revelar-se no gráfico 8 a representatividade desta tipologia em cada uma das coleções didáticas:

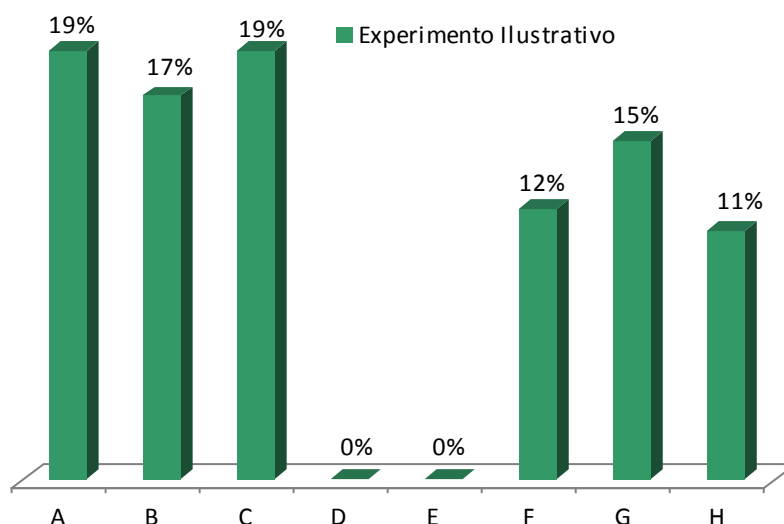


Gráfico 8: Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Experimento Ilustrativo nas oito coleções.

Nas coleções A e C foi presente em 19%, na B teve 17% de sugestão dos trabalhos prático-experimentais analisados. Nestas coleções especificamente foi a segunda tipologia mais sugerida em cada uma delas. Inversamente as obras D e E esta tipologia não apareceu nas proposições. Nas coleções F, G e H representou percentual entre 11%, 15% sendo a terceira tipologia mais sugerida nestas coleções.

No Experimento Ilustrativo, se realiza exercícios de observação, medição e manipulação de variáveis. São destinados a ilustrar um princípio ou uma relação entre variáveis, como também podem ser utilizadas para o desenvolvimento de habilidades práticas básicas e envolver os estudantes no trabalho com algumas técnicas usadas pelos cientistas, como exemplos: verificar o aumento da temperatura da água, durante o aquecimento; verificar a decomposição da luz branca com um prisma óptico; verificar o efeito de atração magnética de um ímã sobre alguns materiais; verificar tipos de materiais que são bons condutores da corrente elétrica; verificar o aumento de volume durante a solidificação da água.

Na Biologia o Experimento Ilustrativo pode ser usado para verificar a como a variação na exposição de luz influencia no desenvolvimento das plantas, como no seu crescimento, na forma do caule, na cor da folha; pode-se analisar o fototropismo; a influência da temperatura ou do meio na multiplicação bacteriana ou de fungos.

Não obstante, esta tipologia poderia ser utilizada para solicitar aos alunos que propusessem um TP/E para demonstrar o estiolamento e o fototropismo das plantas, ou a influência da temperatura ou do meio na multiplicação bacteriana ou de fungos, com elaboração de hipóteses iniciais e ao final da tarefa contrastá-las com os resultados

obtidos. Poderia estimular o debate entre os grupos, tanto em relação às hipóteses iniciais, quanto os resultados e a explicação para os resultados. É uma tipologia que se coaduna para discutir a formação da habilidade de medir em trabalhos práticos-experimentais.

#### 6.4.4 Investigação

São trabalhos práticos-experimentais de caráter aberto, nas quais os estudantes buscam resolver problemas, pesquisam, experimentam, estudam um problema particular e trabalham nas possíveis soluções.

Esta tipologia foi identificada em apenas 6% do total de trabalho prático-experimental sugeridos nas oito obras didáticas, sendo a tipologia com menor representação. A seguir no gráfico 9 é mostrada a porcentagem de TP/E com a tipologia de Investigação:



Gráfico 9: Proporção de TP/E nos LD segundo a Tipologia Investigação nas oito coleções.

A coleção C foi a que mais apresentou propostas de investigação com 14%, sendo a terceira tipologia mais indicada. A coleção H com 11% e E com 9% também tiveram representatividade acima da média geral dessa tipologia, enquanto a obra A apresentou porcentagem semelhante.

As coleções B, F e G apresentaram proposições de Investigação abaixo da média geral dessa tipologia. Todavia se destaca a ausência desta tipologia na coleção D, nas quais todos os TP/E propostos foram de uma só tipologia.

É possível que esta ausência de Investigações seja devido a falta de clareza quanto a esta tipologia e suas características, como também, a necessidade de mais

tempo para sua execução e o reduzido número de aulas de Biologia. Outro aspecto a observar é o fato do Ensino por Investigação ser pouco conhecido dos professores.

Os trabalhos prático-experimentais de caráter investigativo têm sido, segundo Caamaño (2007) amplamente sugeridos e defendidos, tanto por aqueles que indicam para serem realizadas após a aprendizagem de procedimentos simples, como também, por aqueles que a entendem como atividade principal. As investigações podem ser realizadas individualmente ou em grupos pequenos, preferencialmente vinculados aos conteúdos conceituais estudados.

Pedroso; Rosa e Amorim (2009), explicam que esta tipologia evita o direcionamento para um “resposta certa” ou a “descoberta” do certo. Também, segundo os autores, podem ser realizadas pelos alunos, individualmente ou em grupos.

As investigações demandam que os alunos se envolvam, assumam e reconheçam os problemas, planejem, executem, interpretem e avaliem as evidências e as soluções possíveis conduzidas na perspectiva de trabalho científico. Tem objetivos de propiciar aos estudantes o desenvolvimento e compreensão de procedimentos próprios do questionamento, elaborem estratégias para o enfrentamento de situações-problema, e sua resolução. As investigações podem de caráter teórico ou prático, neste caso surgem normalmente de contextos reais que lhe são familiares. São atividades que proporcionam também, a comunicação verbal e/ou escrita de todo o trabalho realizado desde a identificação do problema, até os seus resultados e resoluções sugeridas.

As Investigações propostas nas coleções didáticas ainda carecem de mais abertura, pois ainda tentam direcionar alguns passos da atividade, embora não requeiram resposta do tipo “certo” ou “errado”.

Em TP/E do tipo investigação é necessário se de fato houver uma situação-problema a ser resolvido. Como destaca Gil-Perez et al (2005) o problema apenas existirá se e somente se, o estudante identifica assim. Assim de acordo com os autores para que seja realmente um problema é preciso à existência de algo interessante para resolver.

Este não pode apresentar uma resolução evidente para os estudantes, não obstante, eles percebam que não possuem de recursos (procedimentos) disponíveis nas quais, lhes permitam detectar a resolução de maneira imediata, por isso a necessidade de estabelecer estratégia para realizar a atividade.

Requer um conhecimento suplementar, um processo de avaliação, reflexão, discussão, pensamento crítico, planejamento, enfrentamento ou tomada de decisões

sobre as etapas a seguir, relatos dos resultados e resoluções indicadas, ou seja, há necessidade da realização de uma investigação.

A Investigação é uma tipologia de TP/E que possui características que propiciam o ensino-aprendizagem, permitem aos estudantes a formação de procedimentos e habilidades (entre as quais a de medir), próprios do trabalho científico como enfrentar situações-problema, tomar decisões, planejar e executar experiências, manipular e medir variáveis, observar, analisar, elaborar hipóteses, registrar, organizar e explorar dados, aplicar conhecimento, elaborar conclusões, comunicar resultados. Isso é possível desde que seja planejada com essa finalidade, pois nem mesmo TP/E não necessariamente se consegue formar todas as habilidades e procedimentos da ciência.

#### 6.4.5 Considerações sobre a análise à tipologia de TP/E

As coleções D e H como atividade mostravam trabalhos prático-experimentais descritivos para analisar os resultados obtidos. Ferreira; Oliveira e Theodoro (2008) analisando trabalhos prático-experimentais nos livros didáticos de Química também encontraram atividades com essa natureza.

Durante a análise dos livros didáticos percebeu-se que há indicações de diversas atividades a serem realizadas como trabalho “experimento”, contudo não se encaixa em nenhuma das subcategorias analisadas, portanto não consideradas neste trabalho como prático-experimental. Entretanto o número destas atividades é relevante nas coleções analisadas.

Dessas atividades são exemplos: tarefas de resolução de problemas de papel e lápis, de busca de informação na biblioteca ou na Internet, de utilização de simuladores informáticos, jogos, exercícios, debates.

Essas são tarefas necessárias para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia, pois ajuda na formação dos estudantes, e são estratégias que podem ser facilitadoras desse processo. A interação lúdica do sujeito com o conhecimento favorece a aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo, raciocínio lógico, aquisição de atitudes, trabalho em grupo, envolve também o afetivo e o volitivo, não obstante não deve ser classificado como prático-experimental.

### **6.5 Conteúdo conceitual de Biologia em que aparecem os trabalhos prático-experimentais**

Nesta categoria é observada a distribuição dos trabalhos prático-experimentais sugeridas a sua realização no conteúdo de Biologia.

Essa categoria foi dividida em 13 subcategorias. Os resultados da análise das oito obras são apresentados na tabela 8:

Tabela 8: Distribuição das atividades por conteúdo de Biologia

Coleção	BC	BQ	BT	EB	EC	EV	FH	GE	HT	MC	MO	OV	ZO	Total
A	6	2	3	0	0	1	4	1	0	0	6	0	9	32
B	15	1	14	0	1	0	1	2	0	0	6	0	2	42
C	9	1	4	1	3	2	6	3	2	1	3	0	7	42
D	1	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	07
E	1	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	11
F	5	2	5	0	1	1	2	1	2	1	3	0	3	26
G	13	2	11	0	1	0	10	1	0	0	3	1	11	53
H	4	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	09
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>222</b>

BC- Biologia Celular; BT – Botânica; BQ – Bioquímica; EB – Embriologia; EC – Ecologia; EV – Evolução; FH – Fisiologia Humana; GE – Genética; HT – Histologia; MC - Método Científico; MO – Microbiologia; OV – Origem da Vida; ZO – Zoologia

Os resultados mostram que entre os conteúdos de Biologia a maior quantidade de trabalhos prático-experimentais é sugerida para Biologia Celular, Botânica e Zoologia com 54, 42 e 35 ocorrências respectivamente.

As representações percentuais de cada conteúdo nas coleções são apresentadas abaixo no gráfico 10:

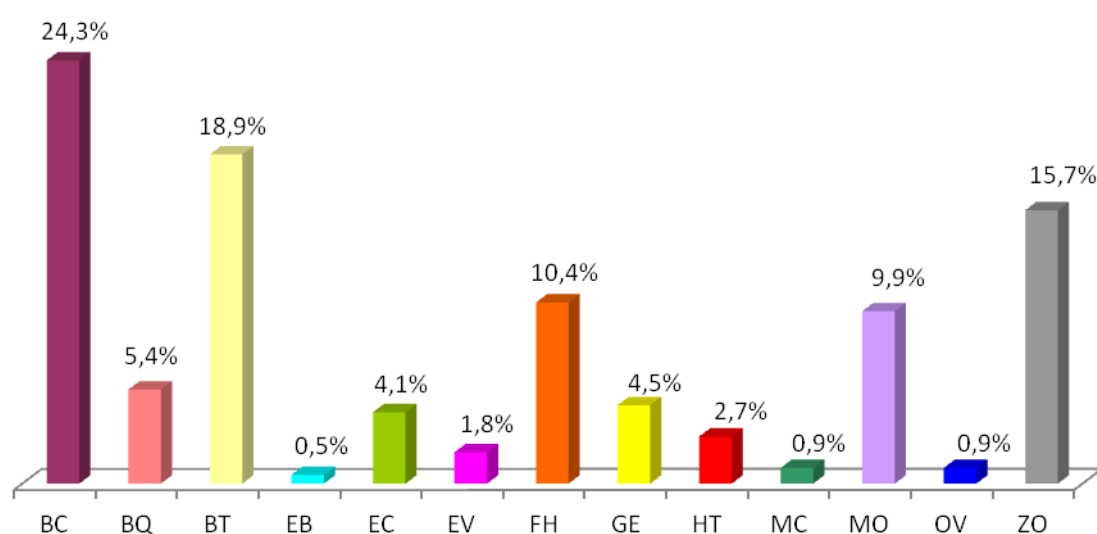


Gráfico 10: Proporção de TP/E nas oito coleções segundo o conteúdo de Biologia: BC- Biologia Celular; BT – Botânica; BQ – Bioquímica; EB – Embriologia; EC – Ecologia; EV – Evolução; FH – Fisiologia Humana; GE – Genética; HT – Histologia; MC - Método Científico; MO – Microbiologia; OV – Origem da Vida; ZO – Zoologia

O conteúdo de Biologia Celular tem representatividade de 24,3% dos TP/E propostos, sendo as coleções B e G com o maior número e as coleções D e E, opostamente, com um menor número de TP/E desse conteúdo. O conteúdo de Botânica com 18,9% foi o segundo conteúdo que mais teve sugestões de TP/E, e as coleções B e G com a maior quantidade, enquanto as obras D, E e H são as que tiveram menor quantidade. O conteúdo de Zoologia 15,7% foi o terceiro conteúdo que mais teve sugestões, e as coleções A e G com maior quantidade, e a obra H não apresentou nenhuma TP/E com esse conteúdo.

Contrariamente entre os conteúdos de Biologia tiveram representatividade menor de 1%, foram: Embriologia, Evolução, Método Científico, Origem da Vida. A Embriologia apresentou apenas um TP/E na coleção C, e representatividade de 0,5%. Método Científico apresentou representatividade de 0,9%, presente nas coleções C e F com um TP/E cada. Já conteúdo de Evolução teve 1,8% de TP/E presentes nas coleções A (um TP/E), C (dois TP/E) e F (um TP/E).

Merece destaque também a grande presença dos TP/E direcionados para dos conteúdos de Fisiologia Humana com 10,4%, e Microbiologia com 9,9%, também tem uma presença significativa.

O resultado encontrado de maior quantidade de TP/E com os conteúdos de Biologia Celular, Botânica e Zoologia, acrescentando Fisiologia Humana, não surpreende e se assemelha aos encontrados por Goldbach et. al. 2009. Concorde-se com esses autores, que o número de TP/E sugeridas para esses conteúdos são proporcionais à extensão desses temas nos LD e nos planejamentos curriculares. Estes conteúdos também ocupam um número grande de páginas nos livros didáticos.

A tendência é que o conteúdo de Embriologia não seja objeto de trabalho prático-experimental, haja vista que sete das oito obras analisadas somente a coleção C apresentou essa sugestão. O número de páginas destinadas ao conteúdo de Embriologia é pequeno, e Jotta (2005) esclarece que esse conteúdo está diminuindo nas aulas ou mesmo não sendo dado, para que ocorra a inclusão de temas outrora não discutidos como clonagem, terapia gênica, entre outros. A autora também ressalta a rejeição dos estudantes por esse conteúdo, pelo excesso de termos instigados a memorizar, além da incompreensão de várias representações visuais apresentadas nos livros didáticos. Casas e Azevedo (2011) mostram as dificuldades apontadas pelos professores para o ensino da Embriologia: carência de materiais apropriados à visualização do conteúdo, o

manejo de exemplares, falta de microscópios óticos para melhor usar a aula. Esses podem ser fatores que dificultem a proposição de TP/E com o conteúdo de Embriologia.

Embora “Método Científico” não seja conteúdo de Biologia, ou melhor, seja conteúdo amplo das Ciências é possível encontrar esse assunto nos LD de Biologia. As coleções C e F trazem proposição de TP/E semelhante com a indicação de elaboração de hipóteses, objetivando “iniciar” o estudante na metodologia científica. Os PCN (BRASIL, 1998) indicam que os trabalhos práticos proporcionam ao estudante a vivência do método científico nas aulas de Ciências. Entretanto, os PCN reconhecem a imprecisão para se definir as etapas de um método científico e que estas sejam igualmente significativas para todas as Ciências em seus diferentes enfoques (BRASIL, 1998).

### 6.6 Exigência da Medição no trabalho prático-experimental:

Nessa categoria constata-se a presença ou ausência da medição nos trabalhos prático-experimentais propostos pelo livro didático, ou seja, o quanto a medição é usada direta ou indiretamente na aprendizagem dos conteúdos de Biologia. A seguir os resultados apresentados na tabela 9:

Tabela 9: Total de trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição por obra didática

Coleção	Número de trabalhos práticos sem exigência de medição	Número de trabalhos práticos com exigência de medição	Total
A	15	17	32
B	24	18	42
C	32	10	42
D	5	2	7
E	9	2	11
F	21	5	26
G	38	15	53
H	6	3	9
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>72</b>	<b>222</b>

Os trabalhos prático-experimentais sem a exigência da ação de medir têm predominância nas oito obras didáticas analisadas.

A porcentagem média nas oito coleções analisadas para realização do ato de medir exigida nos TP/E propostos é de 31%, como mostrado no gráfico 11 abaixo:



Gráfico 11: Proporção média de Trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição nas oito coleções didáticas

A predominância dos TP/E sem a exigência da medição é mais do dobro daqueles em que se requiere a medição.

No gráfico 12 é mostrada a exigência da ação de medir nos trabalhos prático-experimentais em cada uma das obras didáticas analisadas.

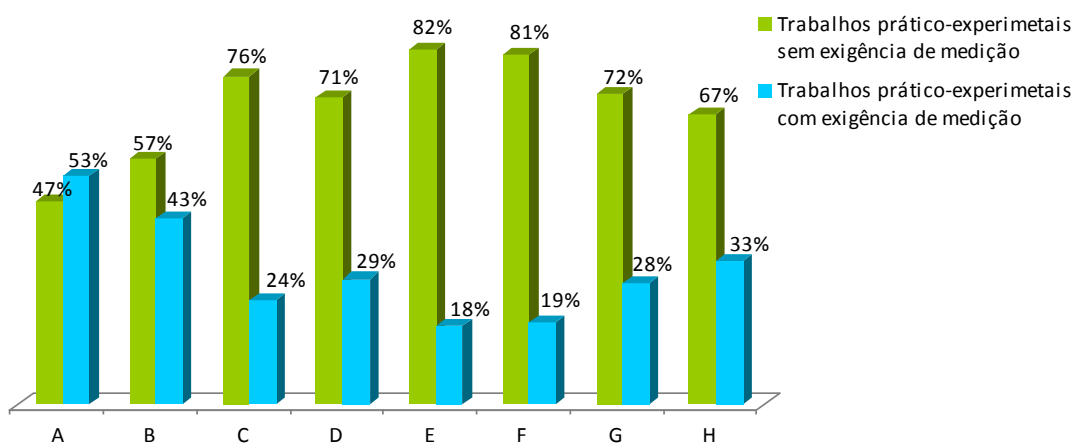


Gráfico 12: Proporção de Trabalhos prático-experimentais segundo a exigência de medição por coleção didática.

A coleção A foi a única que apresentou um maior número de TP/E com a necessidade de realizar medição em relação para realizá-los em cada uma das coleções didáticas analisadas com 53% do total. A coleção B também apresentou um percentual de TP/E com exigência de medição próxima aqueles não requereram de 43%.

Por outro lado as coleções E e F apresentaram os menores percentuais 18% e 19% respectivamente de TP/E com exigência de medição para sua efetivação.

### 6.7 Apresentação do procedimento geral de medir nos trabalhos prático-experimentais:

Avalia-se nessa categoria como o procedimento geral de medir desenvolvido por Núñez e Silva (2008) é apresentado nos TP/E que exigem a medição, classificado nas seguintes subcategorias:

- e) A dimensão integral explícita: o TP/E apresenta o modelo invariante de acordo com procedimento geral de medir, e este é explicitado aos alunos;
- f) A dimensão integral implícita: o TP/E apresenta o modelo invariante do procedimento geral de medir sem explicitar aos alunos;
- g) A dimensão parcial explícita: o TP/E apresenta em parte o modelo invariante do procedimento geral de medir e é explicitado aos alunos;
- h) A dimensão parcial implícita: o TP/E apresenta em parte o modelo invariante do procedimento geral de medir e não é explicitado aos alunos.

A seguir são apresentados na tabela 10 os resultados da análise dessa categoria:

Tabela 10: Apresentação do procedimento de medir em trabalho prático-experimental

Coleção	Procedimento geral de medir				Total
	Integralmente explícita	Integralmente implícita	Parcialmente explícita	Parcialmente implícita	
A	0	0	0	17	17
B	0	0	0	18	18
C	0	0	3	7	10
D	0	0	0	2	2
E	0	0	0	2	2
F	0	0	1	4	5
G	0	0	3	12	15
H	0	0	2	1	3
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>63</b>	<b>72</b>

Os resultados demonstram que os TP/E não utilizam o procedimento geral da habilidade de medir na sua plenitude e de maneira explícita aos estudantes.

Inversamente são apresentados de maneira parcial, fragmentada. Como destaca Núñez e Silva (2008) a medição no trabalho experimental na aprendizagem das ciências naturais no geral, não é objeto de ensino, como consequência os estudantes quando requeridos apresentam dificuldades nessa habilidade. A seguir mostra-se no gráfico 12 o uso do procedimento geral de medir de acordo com Núñez e Silva (2008):

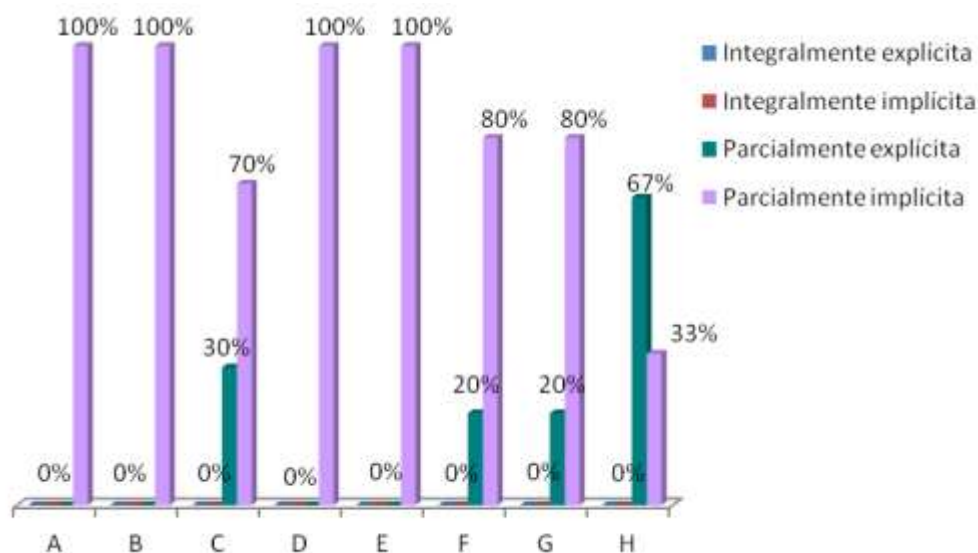


Gráfico 13: Proporção de TP/E nos LD segundo a apresentação do procedimento de medir

É predominante nos TP/E a utilização do procedimento de medir maneira parcial e implícita nas coleções A, B, C, D, E, F e G. Nas obras A, B, D, E apresenta-se com 100% de representatividade, nas coleções C, F e G com 70%, 80% e 80% respectivamente. O uso integral do procedimento quer seja explícito, quer seja implícito não apareceu em nenhum TP/E.

Do procedimento geral de medir as operações que mais aparecem de maneira implícita são: Determinar o sistema para o qual se deseja medir a magnitude de interesse; Escolher a unidade de medida e o instrumento mais adequado à situação; O instrumento deve estar associado à maior validade e a maior confiabilidade. Normalmente nos TP/E não são colocadas todas as operações do procedimento geral mencionado, o que dificulta formação da habilidade de medir em TP/E.

Nos livros didáticos de Biologia os TP/E propostos sinalizam poucas vezes as operações necessárias para medir de maneira explícita, aparentemente partem do princípio que os estudantes já se apropriaram dessa habilidade e, portanto não necessitam serem formados. Por outro lado pode inferir que os autores dos LD não considerem que essa disciplina também seja responsável por ensinar a formar esta habilidade.

Das operações que menos aparecem do procedimento de medir estão: Realizar a medição fazendo os registros necessários, que representam uma classe de resultados que correspondem aos possíveis sucessos da medição; Discutir os resultados da medição; Comparar os resultados com as previsões.

Um das dificuldades dos estudantes em relação à medição e ao seu conteúdo procedimental assinalada por Pro Bueno (2007) é que eles são poucos críticos com suas medições, ou seja, não se preocupam quando os resultados obtidos parecem absurdos e não questionam. O autor opina que isso ocorre provavelmente porque os estudantes não apreciam o significado das unidades, e seus respectivos valores num determinado contexto de medição.

Pro Bueno (2007) aponta ainda outras dificuldades dos estudantes em relação à medição e ao seu conteúdo procedimental:

- a) Dificuldades com a leitura de alguns instrumentos (em especial se a escala não tem relação com 1:10);
- b) Problemas com o uso de termômetros;
- c) Dificuldade com o uso de balanças e aparelhos de medidas de volumes de soluções;
- d) Dificuldades para estimar valores das variáveis.

No contexto escolar os estudantes são pouco ou não são solicitados a realizar as medições e usar os instrumentos, algumas vezes decorrente da falta de equipamentos, conseqüentemente terão dificuldades em escolher o instrumento adequado, manipular o instrumento, e realizar leituras.

Outro aspecto observado é que na ausência dos instrumentos de medição pode ser compensada por outras estratégias. Num TP/E proposto na coleção C volume 2 p. 54, quando na impossibilidade de dispor do termômetro, sugere que o professor pingue algumas gotas do líquido, e faça a medição da temperatura usando a sua percepção de calor, e ainda indica que aguarde por 10 segundos, pois se reconhece que ao suportar por esse tempo a temperatura está em torno de 45° C.

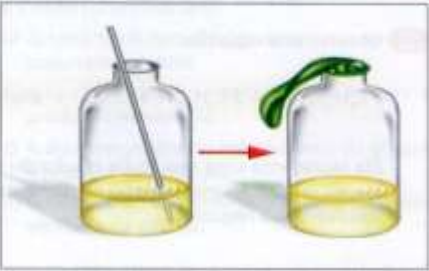
Quando existem os equipamentos, não lhes são ensinados durante a realização dos TP/E. O uso dos equipamentos é fundamental para mostrar que existem erro e imprecisão na medição aceitáveis, em função da própria natureza da atividade, da falta de calibração do instrumento, falta de capacitação da pessoa que realiza a medição, entre outras.

Neste exemplo na indicação dos materiais não estão presentes mais uma vez, o relógio e não solicita uma balança para realizar as medições de massa, nem tampouco instrumento para medir volume. Pode-se supor que implicitamente se aceita que os estudantes já conhecem os instrumentos a serem medidos.

**Sugestão de atividade prática**  
Pode-se observar a ação das leveduras realizando fermentação alcoólica utilizando materiais simples:

- 1 tablete de fermento biológico fresco (*Saccharomyces cerevisiae*)
- 1 garrafa de plástico pequena (500 ml)
- 1 balão de borracha (bexiga de aniversário)
- água na temperatura ambiente
- açúcar
- 1 bastão de vidro

Coloque água na garrafa até preencher cerca de  $\frac{1}{4}$  de seu volume. Adicione três colheres de sopa de açúcar e misture bem, para formar uma solução açucarada. Divida um tablete de fermento biológico em quatro partes e coloque uma das partes na solução, dentro da garrafa. Com auxílio de um bastão, mexa cuidadosamente até que o tablete se desfaça na solução. Cubra a boca da garrafa com o balão de borracha (certifique-se de que o balão não contém ar). Se necessário, vede a abertura da garrafa com um elástico, para não ocorrer contato entre o interior da garrafa e o ar.



Esperre cerca de 15 minutos e observe novamente a garrafa.

- a) Houve alteração no volume do balão?
- b) Foi possível observar alguma alteração na solução dentro da garrafa?
- c) Como você explica os resultados observados?
- d) Como você montaria um controle para esse experimento? Justifique sua resposta.

Figura 6: Exemplo 1 de TP/E com medição  
Fonte: Coleção H, volume 1, p. 209

O TP/E orienta que na garrafa de 500 ml seja colocado  $\frac{1}{4}$  de água, preparar a solução açucarada e então surge faz-se a pergunta, como medir esse volume? Na ausência do instrumento adequado, visualmente. Ainda na preparação da solução, que aparentemente é saturada, mas também, não existe essa menção, indica a colocação de três colheres de sopa, rasa ou cheia, ou mais corretamente com qual massa?

Esses detalhes importantes quanto aos instrumentos de medição acontecem mesmo quando a medição é parte evidente do TP/E, ou seja, os resultados obtidos, a análise e interpretação deles dependem diretamente da medição. O TP/E proposto abaixo é um exemplo:

**Práticas de Biologia**

## Ação da temperatura sobre a fermentação realizada por leveduras

**A Objetivo**  
Observar qual é a temperatura mais adequada para o processo de fermentação do *Saccharomyces cerevisiae*, um tipo de levedura componente do fermento biológico.

**B Material**

- três recipientes transparentes com capacidade de 250 mL e três copos de plástico
- três envelopes ou tabletes de fermento biológico
- açúcar
- duas colheres de chá
- 1 L de água
- etiquetas para identificação dos recipientes
- água gelada
- água quente

**C Procedimentos**


1. Utilize uma das colheres para adicionar o fermento e a outra para adicionar o açúcar. Separe três copos e adicione de 2 a 3 colheres de chá de açúcar em cada um. Depois, com a outra colher de chá, adicione de 2 a 3 colheres de fermento biológico em cada um dos copos que já contêm açúcar. Se o fermento disponível estiver em tabletes, coloque um tablete em cada copo.
2. Coloque 200 mL de água em um recipiente vazio e leve-o ao congelador até que fique gelada. Como alternativa, você pode mergulhar esse recipiente em outro, com cubos de gelo.
3. Seu (sua) professor(a) vai colocar 200 mL de água quente em um recipiente vazio.
4. Por último, coloque 200 mL de água à temperatura ambiente no último recipiente vazio.
5. Rapidamente, verta a água gelada em um dos copos com açúcar e fermento biológico. Faça o mesmo com a água à temperatura ambiente enquanto seu (sua) professor(a) verte a água ainda bem quente. Misture o conteúdo de cada copo utilizando uma colher.
6. Identifique com uma etiqueta cada copo em relação à temperatura da água utilizada para preenchê-lo. Aguarde cerca de duas horas.

**D Resultados**

1. Observe o conteúdo dos três copos. Existe alguma diferença entre eles?

**Discussão**

1. A qual filo pertence o fungo *Saccharomyces cerevisiae*?
2. Em qual temperatura de água foi possível observar o processo de fermentação? Como você concluiu isso?
3. Por que o recipiente com água aquecida e o recipiente com água gelada não apresentaram o mesmo resultado, considerando o modo de nutrição dos fungos?
4. Elabore um experimento que permita concluir se a água gelada provocou a morte das leveduras componentes do fermento biológico.



Alguns materiais utilizados nesse experimento.

**CUIDADO**  
Não toque na água quente. Ela pode provocar queimaduras em sua pele.

88

Figura 7: Exemplo 2 de TP/E com medição  
Fonte; Coleção C, volume 2, p. 88

Neste TP/E cuja proposição é analisar a influência da temperatura sobre a fermentação, o que mais se destaca é a inexistência da indicação de termômetro nos materiais necessários para sua execução, então como medir a temperatura? A orientação para isso é toda sensorial. Na discussão ainda solicita do aluno que aponte em qual temperatura foi possível observar a fermentação. O TP/E analisa qualitativamente os recipientes, com relação à temperatura, desse modo a pergunta mais adequada seria: Em qual sistema (quente, frio, ou temperatura ambiente) foi possível observar a

fermentação? Além disso, o TP/E não indica o uso de balança para preparar a solução açucarada.

Neste outro exemplo de TP/E os estudantes são estimulados explicitados a registrarem os dados obtidos nas medições em tabelas, para evidenciar frequências médias, pode ser ainda elaborados gráficos para analisar os resultados tanto individuais, como por gênero, idade, praticantes de atividades físicas regulares e aqueles que não são praticantes.

A medição é neste TP/E importante como apoio para mostrar as variações na frequência cardíaca em função de estar em repouso, durante ou depois de atividades físicas, condição física e diferenças fisiológicas individuais. Os resultados coletados servem de início para debates sobre alimentação, doenças cardíacas, estilo de vida.

**31. Atividade Prática: Medindo a frequência cardíaca**

Para esta atividade, bastam um cronômetro (ou um relógio que marque os segundos), papel e lápis para anotar os resultados das medições. Peça aos estudantes que formem duplas, nas quais inicialmente um deles faz o papel de "paciente" e o outro realiza as medidas e anotações. Em seguida, esses papéis devem inverter-se.

Comece pelas medidas da frequência cardíaca durante o repouso. O estudante que faz o papel de paciente deve permanecer sentado ou deitado, de olhos fechados e respirando tranquilamente. O estudante que faz as medidas deve localizar o "pulso" em uma das artérias do braço ou do pescoço e contar o número de batimentos durante um minuto. Em seguida, deve-se contar o número de batimentos durante 10 ou 15 segundos, multiplicando-se o valor por 6 ou por 4, respectivamente, para obter o valor em 1 minuto. Peça aos estudantes que comparem essas duas medidas. Embora a contagem durante um minuto inteiro seja mais precisa, as medidas abreviadas têm a vantagem de ser mais rápidas.

Depois de registrar a frequência cardíaca durante o repouso, pode-se medi-la após um exercício físico (tal como correr, andar depressa, subir escadas etc.). Nesses casos, em que a frequência tem de ser medida rapidamente, sugira aos estudantes que usem a técnica de contar os batimentos durante 10 ou 15 segundos. Peça que eles contem o número de batimentos imediatamente depois do exercício, contando novamente a cada minuto, durante 5 minutos. A frequência cardíaca, que aumenta muito durante o exercício, cai rapidamente ao longo do repouso subsequente. Se for o caso, pode-se elaborar tabelas e gráficos com esses valores.

Ajude os estudantes a organizar suas medições. Pode-se, por exemplo, desenhar uma grande tabela na lousa reunindo as medidas de toda a classe, e calculando-se o valor médio de frequência cardíaca em repouso (os valores após o exercício devem variar muito, devido às diferentes intensidades dos exercícios praticados). Discuta o significado fisiológico de a frequência cardíaca aumentar depois de uma atividade física intensa.

Figura 8: Exemplo 3 de TP/E com medição  
Fonte: Coleção G, volume 2, p. 71 no manual do professor

Como explicita Núñez e Silva (2008) que medir no trabalho experimental está coligado a um conjunto de habilidades e conhecimentos, como selecionar instrumentos, definir as grandezas e unidades, estimar os erros e buscar minimizá-los, determinar a validade e a confiabilidade da medição, entre outros.

O procedimento de medir nos TP/E nos livros didáticos de Biologia não é ensinado aos alunos, e, portanto não ajudam a formar a habilidade de medir. É possível que os autores considerem que esta habilidade já está apropriada pelos alunos, desde o ensino fundamental e que os egressos no ensino médio mesmo aqueles que estão iniciando já a possuam.

## Capítulo 7

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos livros didáticos de Biologia selecionados para este trabalho possibilitou a compreensão de diversos aspectos que compõem o trabalho prático-experimental propostos neles. O método da Análise de Conteúdo propiciou uma visão geral das coleções analisadas, suas representações, suas formas de organizar e propor o ensino de Biologia, bem como, permitiram atingir os objetivos propostos para esse trabalho de pesquisa.

Com método foi possível atingir o primeiro objetivo da dissertação que é caracterizar os trabalhos prático-experimentais presentes nos livros didáticos de Biologia aprovadas no PNLD/2012. Essa caracterização foi resultado das várias leituras realizadas nos materiais de estudo (livros didáticos), culminando no atendimento do segundo objetivo da pesquisa que é elaboração das categorias de análise, e foram estabelecidas na apreciação das coleções didáticas: as bases epistemológicas presentes nos livros; as tipologias de trabalhos prático-experimentais que são propostas; os conteúdos conceituais de Biologia presentes nos trabalhos prático-experimentais; exigência ou não da medição nos trabalhos prático-experimentais; a apresentação do procedimento de medir no contexto dos trabalhos prático-experimentais propostos nos livros didáticos de Biologia.

O método também propiciou a elaboração de quadro e tabelas para a organização dos dados coletados durante a análise. Além disso, possibilitou a construção de gráficos que facilitaram a interpretação e discussão acerca dos resultados obtidos na avaliação dos trabalhos prático-experimentais, revelando as características destes, considerando as categorias elaboradas. Esses atributos estão normalmente implícitas no livro didático, e na qual uma análise superficial ou não direcionada é incapaz de desvendar.

As coleções didáticas analisadas apresentam-se ainda numa visão tradicional de ensino de Biologia, voltada com maior ênfase para o ensino dos conteúdos conceituais, e ainda numa perspectiva de transmissão/recepção. A proposição de TP/E ajuda na formação integral da personalidade do estudante, isso ocorre quando planejado para integrar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, tão importante no contexto atual de desenvolvimento de habilidades e de competências que sugere a educação do século XXI.

O entendimento desse momento sobre educação científica sugere que o seu ensino siga além do conteúdo conceitual, isto porque não basta que os estudantes não só aprendam ciências, mas também, aprendam a fazer ciência.

A educação científica no ensino médio tem finalidades como aprendizagem de conceitos, construção de modelos para a interpretação de fenômenos físicos e naturais; desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico; a utilização experimental de práticas para resolução de problemas; desenvolvimento de atitudes e valores, para promover o pensamento crítico, o bem-estar social e ambiental.

Apenas a coleção didática C apresenta sugestão ao final de cada capítulo de conteúdos procedimentais, todavia nem todas as sugestões mostradas se constituíam de tarefas dessa natureza em todos os capítulos. No entanto percebe-se que há um esboço dos autores desta coleção em colocar os conteúdos procedimentais e atitudinais em contraponto ao conceitual. As demais coleções avaliadas parecem buscar estratégias diferentes como resolução de questões propostas, exercícios de múltiplas escolhas de vestibulares, ou ENEM, durante a abordagem do capítulo. Contudo, ainda está atrelada a aprendizagem do conteúdo conceitual, estimulando apenas o saber.

É preciso que os livros didáticos superem essa ênfase dada à aprendizagem dos conteúdos conceituais. Uma alternativa para isso é o uso de trabalhos prático-experimentais. Ressaltando-se que o desenvolvimento de habilidades cognitivas, de raciocínio científico e experimental, requer um lugar destacado, relevante para os conteúdos procedimentais. Contudo esse saber fazer também não deve estar desvinculado do saber e do ser, ou seja, não pode estar à margem dos conceitos, nem tampouco da formação de atitudes, porém concomitantemente.

A concepção implícita de ciência nos trabalhos prático-experimentais presente nas coleções didáticas dos livros tem ênfase Racionalista, com sugestões para comprovação do conteúdo conceitual da teoria estudada, num viés verificacionista. Partindo de algo já conhecido, o experimento é posto para testá-lo refutando ou comprovando.

A visão Construtivista esteve representada, sendo a segunda concepção com mais proposição, superando a concepção Empirista tradicionalmente arraigada nas coleções didáticas.

O Empirismo também presente em alguns TP/E, representado por várias sugestões de observação seguida de experimentação e indução, na qual se concede muita importância nesta visão.

A visão de ciência objetiva, neutra, como conhecimento verdadeiro, com uma única maneira de fazer ciência, o método científico, típica do Positivismo (tão influente e predominante desde o século XIX e boa parte do século XX), estão diminuindo, entretanto, pode aparecer implícita e sutilmente nos TP/E Racionalista e Empirista, sendo possível perceber isso em alguns TP/E propostos.

As sugestões de trabalhos prático-experimentais nos livros didáticos são utilizadas, em muitos casos, meramente para demonstrar o conteúdo dos textos, tendo um aspecto ilustrativo e sendo propostos de tal forma, que não estimulam a curiosidade e o espírito científico dos alunos. Dessa maneira constata-se na maioria das vezes, uma visão tradicional no uso do trabalho prático-experimental no ensino de Biologia fortemente enraizada nos livros didáticos, com roteiros prontos e respostas esperadas.

A ciência tradicional mostrada como um corpo fechado de conhecimentos, que aumenta por acúmulo tem sido suavizada nos textos dos livros didáticos de Biologia. Há uma preocupação em mostrar uma visão diferente desta, uma ciência como um corpo de conhecimentos, sistematizado, organizado de maneira lógica, como uma produção da cultura humana. Esta concepção apresenta a ciência como corpo de conhecimentos que contêm conceitos, procedimentos e atitudes.

Não obstante, nos TP/E propostos a concepção tradicional ainda convive com a compreensão atual de ciência. Ao que parece ainda estão passando por um momento de transição da concepção de ciência.

Quantos as tipologias de trabalhos prático-experimentais propostos nas coleções didáticas os Exercícios Práticos foram os mais sugeridos, seguidos de Experiências e Experimentos Ilustrativos. Entende-se não haver surpresa nesses resultados, pois dessa forma essas tipologias se coadunam com a concepção de ciência mais encontrada nos livros didáticos de Biologia o Racionalismo. Os TP/E da tipologia Exercício Prático são atividades efetivadas para corroborar uma teoria. Nestes há roteiros como receitas, fechadas, inibidoras da criatividade, tornando muitas vezes essa tarefa enfadonha e como mera repetição de procedimentos manuais e que pouco estimula os processos cognitivos. Também foram observadas uma grande quantidade de experimentos que visam desenvolver a capacidade manual do estudante.

As investigações como tipologia de trabalho prático-experimental foram pouco utilizadas, compreensível também devido às concepções de ciência predominante nos livros. Essas se caracterizam por serem tarefas abertas nas quais os estudantes buscam resolver problemas, pesquisam, experimentam, estudam um problema particular e

trabalham nas possíveis soluções, algo que não está sendo utilizada nas coleções analisadas. Mesmo quando apresentam investigações os TP/E dos livros didáticos, o roteiro procura direcionar as ações dos estudantes, limitando a criatividade, algo a ser observado quando da sua realização.

São os TP/E como as investigações que possibilitam aos estudantes desenvolverem sua criatividade, a aprendizagem de conceitos, favorecem o desenvolvimento de atitudes e de procedimentos, por isso são tão indicados e reivindicados no ensino de ciências. Assim uma tarefa investigativa conduz os estudantes a debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas. Portanto, o estudante não se restringe à simples manipulação e observação, sendo também capaz de refletir, discutir, explicar, argumentar e relatar.

Nos livros didáticos analisados foram propostas tarefas que não apresentavam características de TP/E elaboradas nesta dissertação, embora fossem denominados de “Experimento”, “Atividade Prática”. Entretanto as atividades oferecidas como sendo de experimentação carecem de atributos para merecerem essa denominação.

Outro aspecto apresentado nas coleções D e H são encontrados TP/E que se apresentam de forma descritiva, ou seja, caracteriza-se pela descrição de um experimento, seja através de imagens ou relatos, sem que se proponha explicitamente a sua realização.

O terceiro objetivo da dissertação foi também alcançado, pois em alguns dos trabalhos prático-experimentais presentes nas coleções didáticas ocorrem solicitação aos alunos para que realizem medições, e isso favoreceu a análise da maneira como estas acontecem. Nenhum dos TP/E requer todas as operações do procedimento geral de medir usado como parâmetro na dissertação. Alguns de maneira fragmentada instam diferentes operações, o registro de dados, manipulem aparelhos, fazer previsões, reconhecer o erro na medição, representar os dados obtidos nas medições em tabelas e gráficos, entre outros.

No entanto, não se preocupam em explicitar o procedimento de medir em trabalhos prático-experimentais como um todo na sua plenitude, não são dadas oportunidades para discutir sobre as variáveis, fontes experimentais de erro, as incertezas associadas, sobre os dados obtidos. Não se estabelece assim uma metodologia para trabalhar dados experimentais em Biologia.

Não é tratada em nenhum capítulo, nem tampouco nos TP/E a importância que a medição possui nessas atividades, como a quantificação é importante em alguns

contextos em que estão presentes. Em alguns TP/E são ocultados nos procedimentos a necessidade de instrumentos de medição para realizar o experimento, considerando provavelmente que os estudantes já saibam disso. Possivelmente os autores das coleções analisadas partem do princípio que os alunos já se apropriaram desses procedimentos de antes de chegar ao ensino médio, ou seja, no ensino fundamental. Entretanto, não é o que ocorre, e assim no ensino médio também não lhes são ensinados e assim os estudantes chegam ao curso universitário sem ter se apropriado das ações que compõem o procedimento de medir.

Por que fazer medição? O que se mede num TP/E? O que são grandezas e unidades de medida, variáveis? Como se faz uma medição? Quais ações são necessárias para realizar uma medição? Uma medição pode apresentar erro? São algumas perguntas as quais deveriam ser apresentadas aos estudantes, e propor atividades para que estas fossem respondidas, dessa forma a medição seria tratada explicitamente no contexto de um TP/E. Contudo não é isso que ocorre nos livros, a medição é tratada como parte do TP/E de maneira implícita, sem revelar que é uma habilidade e o que é pior não lhe é ensinada. Nos manuais do professor não há qualquer menção, ou melhor, orientação quanto ao ensino do procedimento de medir nos TP/E.

O trabalho prático-experimental no ensino de Biologia não deve ter a ambição de formar um cientista, no entanto deve objetivar instrumentalizar os estudantes com o conhecimento (conceitual, procedimental e atitudinal) histórica e socialmente elaborado, para que compreenda os fenômenos no seu cotidiano, tornando-se um cidadão crítico participativo e inserido no mundo contemporâneo.

Acentua-se a importância do trabalho prático-experimental como elemento na aprendizagem das ciências naturais na formação básica. E as atividades prático-experimentais, podem desenvolver habilidade relacionada com a capacidade de medição, os hábitos que estão associados a elas, e os conhecimentos que fundamentam teoricamente essa habilidade, devem ser objeto de estudo e formação na aprendizagem das ciências naturais, entre elas a Biologia.

O livro didático tem sido apontado como principal controlador do currículo, usados pelos docentes para a seleção de conteúdos, atividades de aprendizagem e modos de avaliação. Os livros didáticos destinados ao Ensino Médio exercem, de maneira geral, um papel importante e os benefícios e as possíveis falhas assinaladas nesta dissertação tem o objetivo de contribuir para reflexões sobre o TP/E, e também no uso

desse material didático em sala de aula, ajudando o professor no complexo processo de escolha da obra didática.

Explicita-se que todo tipo de análise realizada de certo modo é subjetivo e, portanto, não absoluto. O leitor pode e deve refletir criticamente, corroborando ou discordando dialeticamente das opiniões expostas nesta dissertação. Todavia, ao tratar o LD como um destacado instrumento no ambiente escolar, e na sala em particular, se caracteriza também, numa oportunidade de progresso, uma vez que mudanças nos livros didáticos podem se conjecturar, eventualmente, na condução de aspectos positivos do sistema educacional.

Bons livros didáticos favorecem a aprendizagem, para atender essa demanda educacional do século XXI. A escola atualmente tem uma função sido claramente relacionada com a formação de habilidades, de competências básicas, valores, mas, sobretudo remeter ao desenvolvimento integral dos alunos.

## **7.1 Perspectivas**

Pretende-se estender e ampliar este trabalho com o objetivo de propor a formação da habilidade de medir em trabalhos prático-experimentais em Biologia, como parte da formação no doutorado.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, Paulo Cesar Coelho. Aspectos metodológicos da recepção da teoria de Darwin. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria, n. 36, p.37-56, jan/jun, 2008.

AFANÁSSIEV, Viktor Grigorevich. **Fundamentos da filosofia**. 2ed, Edições Progresso, Moscou, 1985.

AGUIAR JR., O. G. Professores, reformas curriculares e livros didáticos de ciências: parâmetros para produção e avaliação do livro didático. In: **ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, 10, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: SBF, 2006. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/outros/junior.pdf>> Acesso em: 3 de outubro de 2011.

AGOSTINI Vanessa Wegner.; DELIZOICOV Nadir Castilho. A experimentação didática no ensino fundamental: Impasses e desafios. **VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. Florianópolis, Nov. 2009.

AGUADO, Maria Elvira González. ¿Existe un método científico? **Revista Sigma**. n. 23, nov. 2003.

ALEIXANDRE, María Pilar Jiménez; SANMARTÍ, Neus. ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos de la educación secundaria. En: L. del Carmen (ad.) **Cuadernos de Formación del Profesorado de educación secundaria: Ciencias de la Naturaleza**. ICE-Horsori Editorial, Barcelona, 1997.

ALMEIDA, Vasconcelos de; FALCÃO, Argus; ROCHA, Jorge Tarcísio da. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação** (Bauru), vol. 16, núm. 3, 2010, p. 649-665.

ALONSO, L.. A construção de um referencial de competências-chave para a cidadania e a empregabilidade. **Revista Saber Mais**, n. ° 5, p. 20-27, 2000.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; SILVA, Lucélia Santana Torres da; BRITO, Rosanne Lopes de. Desenvolvimento do conteúdo sobre os insetos nos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 8, No 1, 2008

AMARAL, I. A. Os fundamentos do ensino de ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H. e NETO, J. M. (Org.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

AMORIM, P. E.; SILVA, S. C. C. CECCATTO, V. M.; Vasconcelos, A. L. S. Otimização de protocolo de extração de DNA em células animais e vegetais para utilização em práticas de laboratório de ciências e biologia. **VI Semana Universitária da UECE** – 18 a 22 de novembro de 2002, Resumos.

ÁLVAREZ, Stella M. CARLINO, Paula C. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en Biología. **Enseñanza de las Ciencias**. v.22, n.2, 2004, p.251–262.

ALVAREZ DE ZAYAS, Carlos, M. La escuela en la vida. **La habana**. Editorial Felix Varela, 1999.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação**: noções práticas. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S.. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p. 176 – 194, 2003.

ARTETXE, Alejandro. ¿Qué estaba preparado para ver Thomas S. Kuhn? Lull: Revista de la Sociedad Española Historia de las Ciencias y de las Técnicas. v. 13, n. 24, 1990, p. 21-42.

AZEVEDO, Edeílson Matias de. Livro didático: uma abordagem histórica e reflexões a respeito de seu uso em sala de aula. **Cadernos Fucamp**. v.4, n. 4, 2005.

BAGANHA, Denise Estorilho. **O Papel e o uso do Livro Didático de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental**. 123p. Dissertação (Mestrado em Educação – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010

BAGANHA Denise Estorilho; GONZALEZ Carlos Eduardo Fortes; BOAL, Danielle Glaser. O livro didático de biologia: a escolha de um recurso adequado à prática pedagógica. **V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE)**. 18 a 21 de setembro de 2011.

BAGANHA, Denise Estorilho. **O papel e o uso do livro didático de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. Dissertação de Mestrado, UFP, Curitiba, 2010. 121p.

BAGANHA, Denise Estorilho; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Estudos sobre o uso e o papel do livro didático de ciências no ensino fundamental. **VII ENPEC**, 2009.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 3, p.365-379, 1996.

BARBOSA, Joaquim de O; PAULO, Sérgio Roberto de; RINALDI, Carlos. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no Ensino Médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis**, v. 16, n. 1, p. 105-122, abr. 1999.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.

BARROS, Pedro Renato Pereira; HOSOUME, Yassuko. Um olhar sobre as atividades experimentais nos livros didáticos de física. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008**.

BARROS, Susana García; LOSADA, Cristina Martínez. Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**. v.16, n.2, 1998, p. 353-366.

BELINI, Luzia Marta. Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 17, n. 33, jan./abr. 2006.

BEREZUK, Paulo Augusto.; INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**. Maringá, v. 32, n. 2, 2010, p. 207-215.

BEREZUK, Paulo Augusto ; Inada, Paulo. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*. (UEM), April, Vol.32 (2), 2010.

BEZERRA, Valter A. Nascimento e Desenvolvimento da Ciência Moderna. **Aula de Filosofia Experimental. 1º semestre**. UFABC, 2010.

BITTENCOURT, Circe Maria F. Em foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a07v30n3.pdf>>. Acesso em: 5 fevereiro de 2012.

BORGES, A. T.; GOMES, A. D. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 71-94, abr. 2005.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n.3, p.291-313, dez. 2002.

BORGES, Regina Maria Rabello; LIMA, Valderez Marina do Rosário. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 1, 2007, p. 165-175.

BOZU, Z.; HERRERA, P. J. C. El profesorado universitario en la sociedade del conocimiento: competências profesionales docentes **Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria**. v. 2, n. 2, 2009, p.87-97.

BRAGA, S. A. M. O texto de biologia do livro didático de ciências: um gênero discursivo. 2003. 230f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte. 2003. BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM/2009**. 2008. Disponível em: <[www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br)> Acesso em: 20 agosto de 2010.

BRAGA Selma Ambrozina de Moura. **O texto de biologia do livro didático de ciências**, Tese de Doutorado, 231f. Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

BRASIL. Decreto-Lei nº 8.460, de 26 de Dezembro de 1945. **Consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático.**

BRASIL. Ministério da Educação. **Livro didático: Histórico.** 2010. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-historico>>. Acesso em: 16 maio de 2012.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil. Decreto-Lei nº 1.006.** 30 dez. Brasília: Senado, 1938.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio,** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, – Brasília: Ministério da Educação, 1999, 364p.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).** Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Gerais para Rede Nacional de Formação Continuada de Professores da Educação Básica.** Brasília: MEC/SEB, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** v. 2, Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRITO, Armando A. de Sousa e. Quem tramou Robert Hooke? **Ciência & Tecnologia dos Materiais.** v. 20, n. ¾, 2008.

BRITO, Livia Marina de Sousa; MOREIRA, Gleidiany da Costa; SANTOS, Daniela Miranda Saraiva dos; COSTA, Renata Clícia S.; LIMA, Rogério Nora. **Biologia nos livros didáticos do ensino médio: análise do conteúdo do filo artropoda – classe insecta. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica.** Belém/ PA, 2009.

BUFFLER, Andy. ALLIE, Saali.; LUBBEN, Fred; CAMPBELL, Bob. The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms. **International Journal of Science Education,** v.23, n.11, p.1137-1156, 2001.

BUNGE, Mario. **Teoría y realidad.** Ariel, Barcelona, 1975.

BUNGE, Mario. **La investigación científica.** Ariel, Barcelona, 1976.

CAAMAÑO, Aureli. Los trabajos prácticos en ciencias. **En: Enseñar Ciencias**. Coord. MARÍA PILAR JÍMENEZ ALEXANDRE. Editorial Grão, Barcelona, 2003, p. 95-118.

CAMPANARIO, Juan Miguel. ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. 19, v. 3, p. 351-364, 2001

CAMPOS, Luciana M. Lunardi; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. A prática como fonte de aprendizagem e o saber da experiência: o que dizem professores de ciências e de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.6, n. 1, 2001, p. 79-96.

CAMPOS, Claudinei José Gomes. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**. Brasília. DF. v. 57, n.5, set/out 2004, p. 611-614.

CARMO, Ricardo Santos do; NETO Nei Freitas Nunes; NIÑO, Charbel; El-Hani. Explicações funcionais em livros didáticos de biologia do ensino médio. **VII ENPEC 2009**

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, A. e VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago.2006.

CARNEIRO Maria Helena da Silva; SANTOS Wildson Luiz Pereira dos; MÓL Gerson de Souza. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **ENSAIO Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 7, n. 2, dezembro de 2011.

CARUSO, F.; Carvalho, M. & Silveira, M. C. (2002). Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência e Sociedade**, n. 8, p. 1-9. <[http://www.cbpf.br/~eduhq/html/publicacoes/links\\_publicacoes/ciencia\\_sociedade\\_cs00802/cs008b02.pdf](http://www.cbpf.br/~eduhq/html/publicacoes/links_publicacoes/ciencia_sociedade_cs00802/cs008b02.pdf)>. Acesso em: 14 de dezembro de 2011.

CARVALHO, Uelma Lourdes Rodrigues de; PEREIRA, Danielle Dutra; MACEDO, Emily; SILVA, Karine da; CIBELI, Mônica; FOLENA Monica. A importância das aulas práticas de biologia no ensino médio. **X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 18 a 22 de outubro.**

CASSAB, M.; MARTINS, I. Um balanço dos estudos recentes conduzidos com o livro didático de ciências. ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, **Anais**, 2, Niterói, RJ, 2003.

CASSAB, Mariana; MARTINS, Isabel Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 10, núm. 1, junho, 2008, p. 1-24.

CASSIANO, Célia Cristina de Figueiredo. Mercado de Livro Didático no Brasil. **I Seminário Brasileiro sobre Livro e História Editorial**. FCRB/UFF/PPGCOM. Rio de Janeiro, 8 a 11 de novembro, 2004.

CASSIANO, Célia Cristina de Figueiredo. **Mercado de Livro Didático no Brasil: da criação do Programa Nacional do Livro Didático à entrada do capital internacional espanhol (1985-2007)**. 252f. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

CASTRO, Mariana Monteiro de; ROCHA, Monalisa de Paula; VIANA, Fernanda Maria de Freitas; RODRIGUES, André Flávio Soares Ferreira. Análise do conteúdo de ecologia em livros didáticos de ciências da 6ª série do ensino Fundamental. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu/ MG 23 a 28 de Setembro de 2007.

CAURIO, Michel Soares; TRINDADE, Gilma Santos. Como as células se dividem? Uma análise nos livros didáticos de Biologia. **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 07 a 09 de outubro de 2010.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução: FIKER, R. São Paulo, Editora Brasiliense, 1993.

CHALMERS, A. F. **A fabricação da ciência**. Tradução: SIDOU, B. São Paulo, ed. UNESP, 1994, 185p.

CHAVES FILHO, Manoel Moacir de Farias. CHAVES, Suzana Maria Lucas de Farias. A CIÊNCIA POSITIVISTA: O Mundo Ordenado. **Revistas Científicas Cesumar - Iniciação Científica**. Maringá, Ago-Dez 2000, v. 2, n. 2, p. 69-75.

CHIBENI, Silvio Seno. O que é ciência? **Notas de aula**. 2006<sup>a</sup>, Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>> Acesso em 14 de outubro de 2010.

CHIBENI, Silvio Seno. **Introdução** à filosofia da ciência: Tópico 1. A ciência e suas origens. **Notas de aula**. 2006<sup>b</sup>, Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/cienciaorigens.pdf>> Acesso em 07 de novembro de 200.

CHIBENI, Silvio Seno. Algumas observações sobre o “método científico”. **Notas de aula**. 2006<sup>c</sup>, Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/metodocientifico.pdf>> Acesso em 15 de outubro de 2009.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**. v. 30, nº. 3, p. 549 – 566. São Paulo: EDUSP, Set/dez, 2004.

CLAVERO, Francisco Herrera; SALGUERO Maria Inmaculada Ramírez. Método científico. **Programa de Investigación en Educación**. Bloque Temático I, Dpto, de Psicología Evolutiva y de la Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Granada, 2008.

COLINA, Álvaro. **Informe de investigación I**. Disponível em: <[www.monografias.com/trabajos10/inin/inin.shtml](http://www.monografias.com/trabajos10/inin/inin.shtml)> Acesso em: 12 de agosto de 2010.

CONCEIÇÃO, Emanuella Maria da; ARAÚJO, Douglas Roger da Silva; SILVA, Jorge André Xavier da; AMORIM, Liliane Barbosa; SANTOS, Fábio Reis dos; MACEDO Patricia Barros de; GUIMARÃES, Walma Nogueira Ramos. **Abordagem sobre transgênicos nos livros didáticos de biologia do ensino médio**. Disponível em: [www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0036-1.pdf](http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0036-1.pdf). Acesso em 23 de julho de 2012.

CORRÊA, Rosa Lydia Teixeira. 2000. O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação. **Cadernos Cedes**. São Paulo: Cedes, No. 52, pp. 11-24.

CUDMANI, Leonor Colombo de; SANDOVAL J. Salinas de. Modelo físico e realidade. Importância epistemológica de sua adequação quantitativa. Implicações para a aprendizagem. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 8, n. 3, Dez. 1991, p.193-204.

CUDMANI, Leonor C. de.; PESA, Marta A.; SALINAS, Julia. Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. **Enseñanza de las ciências**, v. 18 n.1, p. 3-13, 2000.

DAVIDOV. Vasili, V. Principios de la enseñanza en la escuela del futuro. In: ILIASOV, I. I; LIAUDIS, V. **Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades**. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1986a, p. 340-345.

\_\_\_\_\_. Los problemas fundamentales del desarrollo del desarrollo del pensamiento en el proceso de enseñanza. In: ILIASOV, I. I; LIAUDIS, V. **Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades**. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1986b, p. 234- 238.

DEMO, Pedro. **Revista Educacional do Professor**. v. 36, n.1, jan./abr, Rio de Janeiro 2010.

DIAS Rosanne Evangelista ABREU Rozana Gomes de. Discursos do mundo do trabalho nos livros didáticos do ensino médio. **Revista Brasileira de Educação** v. 11, n. 32, maio/ago. 2006.

DOURADO, L. Trabalho Prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino de ciências: contributo para uma clarificação de termos. In: **Ensino experimental das ciências**. Lisboa, 2001, p. 13-18.

EL-HANI, Charbel Niño; ROQUE, Nádia; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Livros didáticos de Biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v.27, n.1, p.211-240, 2011.

FALA, Angela Maria; CORREIA, Elisete Márcia.; PEREIRA, Humberto D’Muniz. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências & Cognição**. v.15, n.1, 2010, p.137-154

FARIAS, Joiciane Gonçalves. **Comportamento animal em livros didáticos: possibilidades e alternativas para o ensino de Biologia**. Tangará da Serra [MT]: Unemat, 2009.

FERRARO, José Luís Schifino. Da História Natural à Biologia: o conceito de vida nos livros didáticos. **Revista Travessias**. v.3, n.3, 2009, p. 34-62.

FERNANDES, M. M.; SILVA. M.H.S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 4, nº 1, p. 45-58, jan/abr, 2004.

FERNÁNDEZ, J.M. Matriz de competencias del docente de educación básica. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 36, n.2, 2005.

FERREIRA, Ricardo Bruno. **Galileu e a sua importância epistemológica**. Millenium - Revista do ISPV - n. 29, Jun. 2004, p 162-167. Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium29/default.htm>> Acesso em 15 de outubro de 2009.

FERREIRA, Luiz H.; OLIVEIRA, Ricardo C. de; THEODORO, Mônica E. C. Experimentos de Química nos livros didáticos do ensino médio aprovados pelo PNLEM. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. UFPR – 21 a 24 de julho de 2008.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. Análise de livros didáticos em Ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Educação em Foco** (UFJF), v. 8, n.1-2, p. 63-78, 2003.

FERREIRA, Marcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Análise de livros didáticos em ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização **Educação em Foco**. Juiz de Fora. v. 8, n. 1 e 2. p. 63-78, 2004.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 6, n.1, 2004, p. 1-13.

FRANCELIN, Marival de Moacir. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**. Brasília. v.33, n. 3, set./dez, 2004. p.26-34.

FRANCO, Maria L. P. Barbosa. **Análise de conteúdo**. Brasília : Plano Editora, 2003.

FRANÇA, Viviane Helena de; MARGONARI, Carina Virgínia; SCHALL Torres. Análise do conteúdo das leishmanioses em livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo programa nacional de livros didáticos (2008/2009). **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 625-644, 2011.

FREITAG, Bárbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira da. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1993.

FRISON, Marli Dallagnol; VIANNA, Jaqueline; CHAVES, Jéssica Mello; BERNARDI Fernanda Naimann. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, p. 1-13, 2009.

GALIAZZI, M. C., Rocha, J. M., Schmitz, L. C., Souza, M. L., Giesta, S. & Gonçalves, F. P. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, 2001, p.249-263.

GARCÍA, J. C.; MARTÍNEZ, M. R. **Introducción, conceptos, medición y error**. 2008 Disponível em: <[http://perso.wanadoo.es/aniorte\\_nic/apunt\\_metod\\_investigac4\\_8.htm](http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/apunt_metod_investigac4_8.htm)>. Acesso em: 17 de novembro 2009.

GARCIA, Nilson M. Dias. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**. n. 44, p. 145-163, abr./jun. 2012.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em ensino em ciências**. v.10, n.2, p. 227-254, 2005.

GATTI, Bernardete Angelina. Formação de professores, pesquisa e problemas metodológicos. **Contrapontos**. v. 3, n. 3, Itajaí, p. 381-392, set./dez. 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

GIL-PÉREZ, Daniel. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 1, n.1, p. 26-33, 1983.

\_\_\_\_\_. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de in modelo de enseñanza – aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n. 2, p. 197 – 212, 1993.

GIL-PÉREZ, Daniel; VALDÉS CASTRO, P. La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Exemplo Ilustrativo. **Enseñanza de las Ciências**, v. 14, n. 2, p. 155–163, 1996.

GIL PÉREZ, D.; FURIÓ MÁS, Carlos; VALDÉS CASTRO P. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. **Enseñanza de las ciencias**. v. 17, n. 2, p. 311 – 320, 1999.

GOLDBACH, Tânia; PAPOULA, Nathália R. P.; SARDINHA Rafaela Campos; DYSARZ, Fernanda P.; CAPILÉ, Bruno. Atividades práticas em livros didáticos atuais de biologia: investigações e reflexões. **Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 63-74, jan-jun 2009.

GOMES Rickardo Léo Ramos, BOCCHETTI, André; SILVA, Maria Mailde B. da; NASCIMENTO Ranilson E. A. do; SANTOS Mônica F. dos. Análise das informações sobre ofídios e ofidismo nos livros didáticos de biologia. **54ª Reunião Anual da SBPC** Goiânia, GO, Julho/2002.

GONÇALVES, Fabíola Mônica da Silva; NÓBREGA, Mayane Leite da; SOUTO, Thiago Vinicius Sousa; VASCONCELOS, Kelder Cavalcanti de. Analisando os conteúdos conceitual, atitudinal e procedimental em Livros de Didáticos de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2007

GOLIN, Marinalva Feller. O ensino da Biologia: Em busca do seu significado e de suas possibilidades de avanço. **Perspectiva, revista CED**. Florianópolis. v. 9, n. 16, jan/dez 1991, p. 32-57.

GOMES Alessandro D.T.; BORGES, A. Tarciso; JUSTI, Rosária. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.2, p.187-207, 2008.

GONZÁLEZ EDUARDO, M. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de las Ciencias, Vol. 12(2), pp. 206-211. HEGENBERG, Leônidas. **Explicações Científicas**. São Paulo, Edits. Herder/EDUSP, 1969, p.13-24.

GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J. M.; ZUBIMENDI, J. L. Dificultades de aprendizaje de los Estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 21, n. 1, p. 79-94, 2003.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 12(3), pp. 299-313.

HÖFLING, Eloisa de Mattos. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: Em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação & Sociedade**, ano XXI, nº 70, Abril/00.

INTROCASO, Luiz. História da medida da pressão arterial 100 anos do esfigmomanômetro. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. v. 67, n. 5, 1996. p, 305-311.

IZQUIERDO, M; SANMARTÍ, N; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n.1, p. 45-60, 1999.

JOTTA, Leila de A. C. Vicentini. Embriologia Animal: uma análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Dissertação de Mestrado254f, Universidade de Brasília, 2005.

KIRKWOOD, R. **Conceitos de Medida**. 2008, Disponível em: <<http://gema.ufmg.googlepages.com/Aula08.pdf>>. Acesso em: 16 agosto de 2009.

- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: Ed. USP, 2004.
- KUHN, Thomas Samuel. **The essential tension**. The University of Chicago Press. Chicago, 1977, 366p.
- KUHN, Thomas Samuel. A Estrutura das Revoluções Científicas. **Série Debates**. 5ed. Ed. Perspectiva, São Paulo, 1998, 257p.
- LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez., 2006.
- LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves. Problemas com a compreensão de estudantes em medição: Razões para a formação do paradigma pontual. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n.2, p. 151-162, 2009.
- LABURÚ Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da; SALES, Dirceu Reis de. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p.1402-1422, 2010.
- LATORRE LATORRE, Ángel y SANFÉLIX YUSTE, Fernando. Alfabetización científico-tecnológica en estudiantes de secundaria y universidad: un análisis experimental. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, 2000, v.8, n. 1, p. 55-69.
- LEÃO, Flávia de B. Ferreira e MEGID NETO, Jorge. Avaliações Oficiais sobre o livro didático de Ciências. In: **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. FRANCALANZA, Hilário e MEGID NETO, Jorge. (Orgs.) Campinas: Editora Komedi, 2006.
- LEONTIEV A. N. **Actividad, Conciencia y Personalidad**. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1981.
- LOPES, Daniella Cristina Januário Ribeiro. **Análise da multimodalidade em livros de biologia e contribuição para a prática docente**. PUC/Minas, Belo Horizonte, 2010. 115f.
- LOPES, Francêscio de Araújo. NÚÑEZ, Isauro Beltrán. **Aprendendo com o Enem**. Brasília: Líber Livros, 2011.
- LOPES, E. R. N.; CAIAFA, A. N.; LHANO, M. G. Análise do conteúdo de ecologia do livro didático utilizado como livro - base no ensino médio em escolas públicas de Cruz das Almas, Bahia. **X Congresso de Ecologia do Brasil**. 16 a 22 de Setembro de 2011, São Lourenço – MG.
- LUCAS, Juan Vicente Mayoral de. **Thomas S. Kuhn y la función de los instrumentos científicos en el desarrollo de las ciencias físicas**. Éndoxa: Series Filosóficas, n. 19. UNED, Madrid, 2005, p. 373-424.
- MACHADO, Nilson José. Sobre livros didáticos: quatro pontos. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.69, jan./mar. 1996.

MACEDO, Beatriz; KATZKOWICZ Raquel. Educação científica: sim, mas qual e como? In. **Cultura Científica: um direito de todos**. Edições UNESCO BRASIL. Brasília, ago, 2003, 173p.

MANTOVANI, Kátia Paulilo. **O Programa Nacional do Livro Didático – PNLD: impactos na qualidade do ensino público**. Dissertação de mestrado, 126f, USP, São Paulo, 2009.

MÄNTYLÄ, Terhi; KOPONEN Ismo T. Understanding the Role of Measurements in Creating Physical Quantities: A Case Study of Learning to Quantify Temperature in Physics Teacher Education. **Science & Education**, 16, 2007, p. 291-311.

MARINELI, F; PACCA, J.L.A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 497-505, 2006.

MARTINS Liziane; SANTOS, Girlene Silva dos; EL-HANI, NIÑO Charbel. Abordagens de saúde em um livro didático de biologia largamente utilizado no ensino médio brasileiro. **Investigações em Ensino de Ciências – V17(1)**, pp. 249-283, 2012.

MARPICA, Natália Salan; LOGAREZZI, Amadeu José Montagnini . Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-Posições**. v. 17, n. 1 (49) - jan./abr, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. O que é ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**. n.9, 1999, p.5-20.

MATOS, M.; MORAIS, A. M. Trabalho experimental na aula de ciências físico-químicas do 3º ciclo do ensino básico: teorias e práticas dos professores. **Revista de Educação**, ano XII, v. 2, p. 75-93, Lisboa, 2004.

MEDEIROS, Dalva Helena de. GOULART, Áurea Maria Paes Lemes. **Teoria histórico-cultural: contribuições para análise do livro didático de ciências**. Seminário de Pesquisa do PPE. Universidade Estadual de Maringá 27 e 28 de abril de 2010.

MEGID Neto Jorge. Representações e Novas Perspectivas do Livro Didático na Área de Ciências: o que nos dizem os professores, as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais. **Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação – SEF – MEC – Simpósio – Concepção dos Livros Didáticos: modelo atual e novas perspectivas**. 15 a 19 de outubro de 2001

MEGID Neto, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MEGID Neto Jorge. FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MELÉNDEZ Rodríguez, Lady. Desarrollo de las funciones ejecutivas mediante los libros de texto utilizados en la enseñanza de las ciencias naturales. **XII Congreso Internacional de Teoría de la Educación**. Barcelona, 10 a 30 de octubre, 2011.

MIGUÉNS, M. y GARRETT, R.M. (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n.3, p. 229-236.

MOGILNIK, Maurício. Como tornar pedagógico o livro didático de ciências? **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.69, jan./mar. 1996.

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

MONTAGNANI, Jesuel Marques; MENEZES, Carlos Roberto Silva; PINGE-FILHO, Phileno. **Abordagem do alcoolismo e do sistema imunológico** nos livros didáticos de ciências e fatores associados ao consumo de álcool por estudantes no colégio estadual "barão do rio branco", Londrina, Paraná.

MOREIRA Ana Cláudia S.; PENIDO, Maria Cristina Martins. Sobre as propostas de utilização das atividades experimentais no ensino de física. VII ENPEC. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 08 de novembro de 2009, Florianópolis/SC.

MOREIRA, M. L. DINIZ, E. S. **O Laboratório de Biologia no Ensino Médio: infraestrutura e outros aspectos relevantes**. Disponível em: [www.unesp.br/prograd/PDFNE2002](http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002). Acesso em: 22 de setembro de 2011.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán et al. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor: o caso do ensino de ciências. OEI- Revista Iberoamericana de Educación. 25/04/2003. Disponível em: <http://www.rieoei.org/deloslectores/427Beltran.pdf>. Acesso em 13 maio 2012

NUÑEZ, Isauro Beltrán; SILVA, Mácia Gorete. L. **Ensinando a medir em atividades experimentais**. Natal: UFRN, 2008a. (mimeo)

NUÑEZ, Isauro Beltrán; SILVA, Márcia Gorete L. **Operacionalizar variáveis e definir hipóteses: o estudo experimental na cinética química**. Natal: UFRN, 2008b. (mimeo)

OLIVEIRA, Kelvin Barbosa de. Atividades experimentais no ensino de Biologia em escolas públicas do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: caracterização geral e concepção de professores. Dissertação de Mestrado 120f, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

OSSAK. Ana Lúcia. BELLINI, Marta. O livro didático em ciências: condutor docente ou recurso pedagógico? **Revista eletrônica Ensino, Saúde e Ambiente**. v.2, n.3, dez. 2009, p 2-22.

PASSOS, Wilson Espindola. MICHELS, Flávio Santana. SILVA, Paulo Souza da. SILVA, Nilson de Oliveira da. SOUZA, Paulo César de. TRINDADE, Antônio Carlos Maia. Plinko ou máquina de Galton: como um instrumento de ensino nos fenômenos aleatórios. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009.

PEDROSO Carla Vargas; ROSA, Rosane Teresinha Nascimento da; AMORIM, Mary Angela Leivas. Reflexões e perspectivas a respeito das atividades experimentais de genética propostas em livros didáticos de Biologia. **Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, p. 1-13, 2009.

PENA Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 9, n.1, 2009.

PERALES, F.J. Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n.1, p. 122- 125,1994.

PEREIRA, Boscolli Barbosa; CAMPOS JÚNIOR, Edimar Olegário de.; BONETTI, Ana Maria. Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. **Genética na Escola**. v. 2, n. 5, 2010, p.20-22.

PEREIRA, José Everaldo. **Professores de ciências naturais: necessidades formativas para ensinar a medir em trabalhos práticos e experimentais**. Dissertação de Mestrado. 168p, Departamento de Educação, UFRN, 2009.

PEREIRA, José Everaldo. UEHARA, Fabia Maria Gomes. NUÑEZ, Isauro Béltran. O estudo do conceito de variáveis com estudantes de licenciatura em química. **Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009.

PÉREZ GÓMEZ, Ángel I. La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. **Cuadernos de Educación de Cantabria 1**. 2010, 31p.

PÉREZ GÓMEZ, Ángel. I. La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. Santander, Gobierno de Cantabria, Consejería de Educación  
Pérez Gómez, A.I. (2007): **Las Competencias Básicas: su naturaleza e implicaciones pedagógicas (Cuaderno de Educación nº 1)**. Santander, Consejería de Educación, 2007.

PIMENTEL, Jorge Roberto. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas **Caderno Cat.Ens.Fís.**, v. 15, n. 3, dez, 1998, p.308-318.

POSSOBOM, Clívia Carolina Fiorilo; OKADA, Fátima Kazue; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. **Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência**. FUNDUNESP. Disponível em: <[www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/atividadespraticas](http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/atividadespraticas). Acesso em: 16 de dezembro de 2010.

POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO, Miguel Angel. **A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. – São Paulo, Artmed, Brasil, 2009, 296p.

PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. (Re) visitando o construcionismo para a formação do professor reflexivo. **IV Congresso RIBIE**, Brasília, 1998.

PRAIA, João Felix António; CACHAPUZ, Francisco Carrelhas.; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em Educação em ciência: contributos para Uma reorientação epistemológica. **Revista Ciência & Educação**. v.8, n.2, 2002<sup>a</sup>, p. 253-262.

PRAIA, João Felix António; CACHAPUZ, Francisco Carrelhas.; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: Para uma reorientação epistemológica da Educação em ciência. **Revista Ciência & Educação**. v.8, n.1, 2002<sup>b</sup>, p.127 – 145.

PRO BUENO, Antonio de. Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas.**, 17, 3, p.411-429, 1999.

\_\_\_\_\_. La enseñanza y el aprendizaje de La física. In: ALEIXANDRE, Maria Pilar. J. (coord.); et al. **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editora GRAÓ, 2007. p. 175-202.

QUINTANA, J. A ; JIMÉNEZ, J. C. E.; GARCIA, M.L. 4 Cuadernos de Educación de Cantabria. **Las competencias básicas em las áreas de ciências**, 2008.

QUINTERO, Evaristo Méndez. **Epistemología aplicada a la Investigación Científica**. 2009. Disponível em:< <http://www.monografias.com/trabajos68/epistemologia-aplicada-investigacion-cientifica/epistemologia-aplicada-investigacion-cientifica.shtml>> Acesso em 19 de junho de 2012.

RESHETOVA, Z. A. **Realización de los principios del enfoque sistémico en las asignaturas**. La Habana: Editado por CEPES, 1988.

RICARDO, L, E.C. E FREIRE, J.C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

RODRIGUES, Denise Celeste Godoy de Andrade. A Inserção de Atividades Experimentais no Ensino de Ciências em Nível Médio: Um Relato de Sala de Aula. **Revista Práxis**, Ano I, n. 2, agosto 2009, p. 17-21.

RODRIGUES, Larissa Zancan. TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Atividades Didáticas Experimentais em Livros Didáticos de Biologia do PNLD. **26ª Jornada Acadêmica Integrada da Universidade Federal de Santa Maria**, 2011.

SALES, Adeline Brito; LANDIM, Myrna Friederichs. Análise da abordagem da flora nativa em livros didáticos de biologia usados em escolas de Aracaju / SE. **Experiências em Ensino de Ciências – V4(3)**, pp.17-29, 2009.

SÁNCHEZ, Antonio León La medición en la física del XVIII: el caso de la calorimetría Curso de doctorado. “**La precisión experimental en la física del siglo XVIII**”. Departamento de Antropología, Lógica y Filosofía de la Ciencia, Facultad de Filosofía, UNED. Madrid, junho de 2000.

SANTANA, Moacir Tomaz de. **A importância de aulas práticas e o uso de recursos tecnológicos nas aulas de ciências biológicas**. Universidade Gama Filho Curso de Pós - Graduação Lato Sensu em Metodologia do Ensino da Biologia. Brasília –DF, 2010, 19p.

SANTOS, Cibele Mendes Curto dos. **Livro didático do ensino fundamental: as escolhas do professor**. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007, 236p.

SANTOS, Juliana Cristina dos; ALVES, Luis Francisco Angeli; CORRÊA, João Jorge; Everton SILVA, Ricardi Lozano. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. **Ciências e Educação**. v.13, n.3, Bauru. Set. / Dec. 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. Livro Didático de Ciências: Fonte de Informação ou Apostila de Exercícios? **Contexto e Educação**. Ano 21, n. 76, Editora Unijuí. Jul./Dez, 2006. p. 201-222.

SANTOS, Boaventura de Sousa – **Um discurso sobre as ciências**. 7. ed. Porto: Edições Afrontamento, 1995, 58p.

SANTOS, Solange Mary M. Formação continuada numa perspectiva de mudança pessoal e profissional. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 31, p. 39-74, 2004.

SANTOS, S. M. M. Mudanças na prática docente numa perspectiva de desenvolvimento pessoal e profissional. **Olhar de professor**. Ponta Grossa. v. 8, n.2, 2005, p. 47-63.

SANTOS, Saulo César Seiffert; TERÁN, Augusto Fachín; SILVA-FORSBERG Maria Clara. Analogias em livros didáticos de biologia no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências** – V15(3), pp. 591-603, 2011.

SÁNCHEZ BLANCO, Gaspar y VALCÁRCEL PÉREZ, Maria Victoria. ¿QUÉ tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? cambios y dificultades tras un programa de formación. **Enseñanza de las Ciencias**, 2000, 18 (3), 423-437.

SASSON. Albert. A renovação do ensino das Ciências no contexto da Reforma da educação Secundária. In. **Cultura Científica: um direito de todos**. Edições UNESCO BRASIL. Brasília, agosto, 2003, 173p.

SAUVÉ, Jean Philippe Guimarães; GOUVEIA Zoraida Maria de Medeiros; PEREIRA, Marsílvio Gonçalves. **Biologia experimental em escolas públicas: trabalhando no Lyceu Paraibano**. XI Encontro de Iniciação à Docência, 2008.

SELLES, Sandra E.; FERREIRA, Márcia S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.10, n.1, 2004.

SERRANO, Antonio D. Casares. Sobre el papel de los instrumentos en la construcción de las ciencias. **Nexo: Revista de Filosofía**. n. 4, 2006, p. 39-64.

SERRANO, Antonio D. Casares. **El calórico y la estructura de la materia en los orígenes de la Química Moderna**. A Parte Rei - Revista de Filosofía, n.63, Mayo 2009.

SÉRÉ, Marie-Geneviève. La enseñanza en el laboratorio.¿qué podemos aprender En términos de conocimiento práctico Y de actitudes hacia la ciencia? **Enseñanza de las Ciencias**, 2002, 20 (3), 357-368.

SIGANSKI, Bruna Prevedello, FRISON Marli Dallagnol, BOFF Eva Teresinha de Oliveira. O Livro Didático e o Ensino de Ciências. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) UFPR**, 21 a 24 de julho de 2008, Curitiba/PR.

SILVA, Ana Paula Cardoso; ALMEIDA, Elineí Araújo de; SILVEIRA, Mariana Leite da. Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos de Biologia do ensino médio e proposição de uma sequência didática complementar. **Revista da SBEnBio** – Número 03, Outubro de 2010, p. 499 – 507.

SILVA Everton Ricardi da; ALVES, Luis Francisco; GIANNOTTI, Sandra. Análise do conteúdo de artrópodes em livros didáticos de biologia do ensino médio e o perfil do professor: estudo de caso. **Revista Varia Scientia** v. 06, n. 11, p. 83-98, ago 2006.

SILVA, Sebastião Franco; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, 2002.

SILVA, Silvana do Nascimento. Uma reflexão sobre o livro didático de biologia: sistemas de classificação dos seres vivos. **Atas do V Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. ENPEC, 2005.

SILVA, Silvana do Nascimento SOUZA, Marcos Lopes de. O tema ambiente no livro didático de biologia: uma análise de conteúdo de três unidades temáticas. **VI Encontro “Pesquisa em Educação Ambiental” A Pesquisa em Educação Ambiental e a Pós-Graduação no Brasil**. Ribeirão Preto/ SP, setembro de 2011.

SOARES, Flávia; ROCHA José Lourenço da. As políticas de avaliação do livro didático na Era Vargas: a Comissão Nacional do Livro Didático. **ZETETIKE** – Cempem – FE – unicamp – v. 13, n. 24, jul./dez, 2005.

SPIASSI, Ariane. Análise de livros didáticos de ciências: um estudo de caso. **Revista Trama**. v. 4, n. 7, 1º Semestre, 2008, p. 45 -54.

STUART, Rita de Cássia. MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. 21 a 24 de julho de 2008, Curitiba/PR.

TAVARES, Taizy Leda; FERNANDES, Lanusse Andrade; FONSECA, Cristiane Alves. Análise dos conteúdos de biologia molecular e genética nos livros didáticos do ensino médio. **Anais do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia Universidade Estadual de Goiás**. 19 a 21 de outubro de 2011.

TEIXEIRA, Gilberto. **A questão do método na investigação científica**. Data de publicação no site: 28/03/2005. Disponível em: <<http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=21&texto=1660>> Acesso em 10 de julho de 2012.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. **Pesquisa em ensino de Biologia no Brasil [1972-2004]: um estudo baseado Em dissertações e teses** Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2008

TEIXEIRA, Tatiana Cristina; SIGULEM Dirce Maria; CORREIA Ingrid Chaves. Avaliação dos conteúdos relacionados à nutrição contidos nos livros didáticos de biologia do ensino médio. **Rev. Paul Pediatr** 2011, 29(4), 560-6.

THEODORO Mônica Elizabeth Craveiro. KASSEBOEHMER Ana Cláudia. FERREIRA, Luiz Henrique. Os aspectos sócio-culturais e teórico-metodológicos recomendados pelo PCNEM: as contribuições dos livros didáticos de Química para os objetivos do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 11, n. 2, 2011.

THOMAZ, Marília Fernandes. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.17, n.3, p. 360-369. 2000.

VASCONCELOS A. L. S., COSTA, C. H.C., SANTANA, J. R. E CECCATTO, V. M. - Importância da abordagem prática no Ensino de Biologia para a Formação de Professores (Licenciatura Plena em Ciências / Habilitação em Biologia/Química - UECE) em Limoeiro do Norte – CE. **Curso de Licenciatura em Ciências da Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos em Limoeiro do Norte – CE**, 2002

VASCONCELOS, Simão Dias. SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VIEIRA, Fabiana Silva; ZUCON, Maria Helena; SANTANA, Wellington dos Santos. Análise dos conteúdos de paleontologia nos livros didáticos de biologia e nas provas de vestibular da UFS e do ENEM. **IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**. Laranjeiras – SE, 22 a 24 de set, 2010.

VIEIRA, Josimar de Aparecido; BASTIANI, Veluma Ialú Molinari de; DONNA, Eloisa Ensino com pesquisa nas aulas de ciências E biologia: algumas exigências. **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. III Encontro de PsicoPedagogia.** Curitiba, 2009, p. 8014-8028.

XAVIER, Márcia Cristina Fernandes; FREIRE, Alexandre de Sá; MORAES, Milton Ozório. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & educação**, v,12, 2006, p. 275 -289.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa:** como ensinar. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre, Artmed, 1998.

ZAMBERLAN Edmara Silvana Jóia; SILVA, Marcos Rodrigues da. A evolução como idéia reguladora da Biologia e sua apreensão em livros didáticos de Biologia. **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia.** 07 a 09 de outubro de 2010.

# ANEXOS

## FICHA DE AVALIAÇÃO / PNLEM 2007 BIOLOGIA

Código da Obra	
Código do(s) livro(s)	
Código dos Avaliadores	

### A. PEQUENA DESCRIÇÃO

Estrutura da obra (indicar as partes componentes do Livro do Aluno e do Livro do Professor)  
Sumário do conteúdo para cada série

### B. CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS

	B.1. ASPECTOS SOBRE CORREÇÃO CONCEITUAL
1	<p>A obra contém:</p> <p>a) Conceitos formulados erroneamente. b) Informações básicas erradas e/ou desatualizadas. c) Conceitos e informações mobilizadas de modo inadequado. ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>
2	<p>A obra contém ilustrações que veiculam:</p> <p>a) idéias incorretas sobre conceitos. b) idéias incorretas sobre as dimensões ou cores do que é representado, sem indicação apropriada de escalas ou cores-fantasia. ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>
	B.2. ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS
3	<p>No livro do professor:</p> <p>a) As bases teórico-metodológicas são apresentadas de maneira pouco clara. b) Diferentes opções metodológicas são apresentadas de maneira desarticulada.</p> <p>No livro do aluno:</p> <p>c) Há incoerência entre as bases teórico-metodológicas e a proposta concretizada. ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>
4	<p>O livro do aluno e/ou do professor propõe atividades que:</p> <p>a) trazem riscos para alunos e professores de tal ordem que não devem ser realizadas. b) podem trazer riscos para alunos e professores que não impedem sua realização, mas observa-se insuficiência de alertas sobre riscos e também de recomendações de cuidados e procedimentos de segurança para preveni-los, no livro do aluno e/ou no livro do professor. ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>
5	<p>A metodologia empregada:</p> <p>a) tem como característica principal a memorização de conteúdos e termos técnicos, deixando de contribuir para promover o desenvolvimento de capacidades básicas de pensamento autônomo e crítico e negligenciando as relações entre conhecimento e vida prática. ( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>

<p>a) São propostos experimentos e demonstrações cuja realização dificilmente é possível, que apresentam resultados implausíveis e/ou veiculam idéias equivocadas sobre fenômenos, processos e modelos explicativos.</p> <p>b) Os experimentos e as demonstrações têm função meramente ilustrativa, sem conexão com as teorias e os modelos explicativos.</p> <p>c) Os experimentos e as demonstrações desconsideram o impacto ambiental proveniente do descarte dos resíduos gerados, quando existentes.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	6
<b>B.3. ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO</b>	
<p>a) A obra apresenta a ciência como sendo a única forma de conhecimento, sem reconhecer a diversidade de formas do conhecimento humano e as diferenças entre elas.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	7
<p>A obra apresenta:</p> <p>a) o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade.</p> <p>b) a ciência como neutra, sem reconhecer a influência de valores e interesses sobre a prática científica.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	8
<p>a) As analogias e as metáforas presentes na obra são utilizadas de forma inadequada, sem a devida explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	9
<p>a) Na obra, são negligenciadas a abrangência teórica e a pertinência educacional no tratamento dos assuntos, priorizando conceitos e teorias secundárias, que não se encontram claramente estabelecidas, ou mesmo pseudocientíficas, em detrimento dos conceitos e das teorias centrais, estruturadoras do pensamento biológico.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	10
<p>a) Na obra, os conceitos centrais da área são apresentados de forma compartimentada e linear, sem a preocupação de abordá-los de forma recorrente, em diferentes contextos explicativos e situações concretas, dificultando, assim, a construção de sistemas conceituais mais integrados.</p> <p>( ) Sim (Apresentar argumentos abaixo, exemplificando) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	11
<b>B.4. ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA</b>	
<p>Na obra, é perceptível:</p> <p>a) tratamento privilegiado dispensado a determinados grupos sociais ou regiões particulares do país.</p> <p>b) preconceitos ou estereótipos relacionados a gênero, cor, origem, condição econômico-social, etnia, orientação sexual, linguagem ou qualquer outra forma de discriminação.</p> <p>( ) Sim (Apresentar, abaixo, os argumentos, exemplificando-os) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	12
<p>A obra veicula:</p> <p>a) matéria contrária à legislação vigente para a criança e o adolescente, no que diz respeito a fumo, bebidas alcoólicas, medicamentos, drogas, armamentos etc.</p> <p>b) publicidade de artigos, serviços ou organizações comerciais, incentivando o consumo de produtos comerciais específicos.</p> <p>( ) Sim (Apresentar, abaixo, os argumentos, exemplificando-os) ( ) Não</p> <p>Observações:</p>	13

14

a) Na obra, é feita doutrinação religiosa.  
 Sim (Apresentar, abaixo, os argumentos, exemplificando-os)  Não  
 Observações:

15

a) Na obra, são veiculadas idéias que promovem desrespeito ao meio ambiente.  
 Sim (Apresentar, abaixo, os argumentos, exemplificando-os)  Não  
 Observações:

### C. CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO

Esses critérios são usados para qualificar as obras recomendadas, de acordo com seus pontos mais e menos fortes. Para cada um dos itens abaixo, preencher a menção e justificar as razões.

Nos itens a seguir, utilize os seguintes conceitos:  
**O = Ótimo B = Bom R = Regular I = Insatisfatório**  
 Caso o aspecto não se aplique, escreva N/A (não se aplica)

C.1. ASPECTOS SOBRE CORREÇÃO CONCEITUAL E COMPREENSÃO	
16	Tratamento conceitual apropriado, atualizado e correto predomina na obra Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
17	Uso apropriado de analogias, com explicitação clara da diferença entre significado literal e metafórico, favorecendo a compreensão correta de conceitos, teorias, fenômenos etc. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
18	Redação clara e objetiva dos textos, com informações suficientes para a compreensão dos temas abordados, estimulando a leitura e a exploração crítica dos assuntos. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
19	Vocabulário específico claramente explicado no texto ou glossário Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
20	Utilização de linguagem gramaticalmente correta nos textos. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
C.2. ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS	
21	Apresentação do conhecimento científico de forma contextualizada, fazendo uso adequado dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos, sem tratá-los de maneira pejorativa ou desrespeitosa. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
22	Uso dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: O ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.

Estímulo ao desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes etc. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	23
Apresentação de conteúdos relacionados a contextos próprios da realidade brasileira (em particular, uso de organismos típicos da fauna e flora brasileiras como exemplos). Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	24
Estímulo a diferentes formas de abordagem do conteúdo em sala de aula apresentando, sempre que viável, possibilidades de adaptação da prática pedagógica às condições locais e regionais. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	25
Incentivo a atividades que exigem trabalho cooperativo, estimulando-se a valorização e o respeito às opiniões do outro. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	26
Viabilidade de execução dos experimentos/ demonstrações propostos, com base nas instruções fornecidas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	27
Viabilidade de execução dos experimentos/ demonstrações, em termos da obtenção dos materiais necessários e da indicação de materiais alternativos para a execução dos experimentos, quando justificada. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	28
Incentivo à realização das atividades propostas, não apresentando, em particular, o resultado final esperado antes da realização das atividades. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	29
<b>C.3. ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO</b>	
Construção de uma compreensão integrada da Biologia, caso seja disciplinar, ou das várias disciplinas abordadas, caso a obra seja interdisciplinar. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	30
Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Biologia, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	31a
Tratamento da história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumir-la a biografias de cientistas ou a descobertas isoladas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	31b
Abordagem adequada de modelos científicos, evitando confundir-los com a realidade. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.	32

33	Abordagem adequada da metodologia científica, evitando apresentar um suposto Método Científico como uma seqüência rígida de etapas a serem seguidas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
34	Proposição de atividades que favoreçam formação de espírito investigativo, como atividades em que os alunos levantem hipóteses sobre fenômenos naturais e desenvolvam maneiras de testá-las, ou em que utilizem evidências para julgar a plausibilidade de modelos e explicações. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
35	Estímulo ao uso do conhecimento científico como elemento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões e a inserção dos alunos em sua realidade social. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
36	Proposição de discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, dando elementos para a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
<b>C.4. ASPECTOS SOBRE A CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA</b>	
37	Abordagem crítica das questões de gênero, de relações étnico-raciais e de classes sociais. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
38	Promoção positiva das minorias sociais. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
39	Cuidado com uso de abordagem antropocêntrica, em particular, de caracterizações dos seres vivos baseadas em sua utilidade ou nocividade para o ser humano. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
40	Incentivo a uma postura de respeito ao ambiente, tanto no que se refere à sua conservação quanto à maneira como os seres vivos são retratados. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
41	Apresentação das questões ambientais de forma realista e equilibrada, evitando posturas alarmistas e catastróficas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
<b>C.5. ASPECTOS SOBRE O LIVRO DO PROFESSOR</b>	
42	Descrição da estrutura geral da obra no livro do professor, explicitando a articulação pretendida entre suas partes e/ou unidades e os objetivos específicos de cada uma delas. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
43	Apresentação, no livro do professor, de orientações claras e precisas para a abordagem do conteúdo em sala de aula. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.
44	Presença, no livro do professor, de sugestões de atividades complementares. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) <input type="checkbox"/> B ( ) <input type="checkbox"/> R ( ) <input type="checkbox"/> I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.

<p>Presença, no livro do professor, de subsídios conceitualmente consistentes para correção e discussão das atividades e dos exercícios propostos. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	45
<p>Presença, no livro do professor, de tratamento do processo de avaliação da aprendizagem. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	46
<p>Presença, no livro do professor, de sugestões de instrumentos diversificados de avaliação. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	47
<p>Contribuição para formação e atualização do professor, oferecendo conhecimentos atualizados, necessários para compreensão adequada de aspectos específicos das atividades ou mesmo de toda a proposta pedagógica da obra. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	48
<p>Clareza e adequação da linguagem utilizada no livro do professor. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	49
<p>Presença, no livro do professor, de referências bibliográficas e leituras complementares. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	50
<b>C.6. ASPECTOS GRÁFICO-EDITORIAIS.</b>	
<p>Utilização de recursos gráficos para mostrar hierarquização da estrutura (títulos, subtítulos e outros). Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	51
<p>Qualidade da revisão e impressão da obra (garantida a legibilidade tanto da página como de seu verso). Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	52
<p>Distribuição dos textos e ilustrações de modo a constituir uma unidade visual. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	53
<p>Adequação do projeto gráfico ao conteúdo, com uma função não meramente ilustrativa. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	54
<p>Utilização de formato e tamanho de letra, bem como de espaço entre as letras, palavras e linhas, atendendo a critérios de legibilidade. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	55
<p>Adequação das ilustrações à finalidade para a qual foram elaboradas, mostrando-se claras, precisas, coerentes com o texto, e necessárias para a aprendizagem do aluno. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção. Exemplificar.</p>	56
<p>Presença de créditos, legendas, fontes e datas nas ilustrações, nas tabelas e nos gráficos, quando pertinente. Quanto ao aspecto acima, a obra é avaliada como: <input type="checkbox"/> ( ) B ( ) R ( ) I ( ) Justificar a menção (quando pertinente apresentar exemplos).</p>	57



Tal sistematização foi extremamente rica e cuidadosa, e desenvolveu-se por meio de debate, troca de experiências e socialização das reflexões e avaliações preliminarmente organizadas.

Com base na sistematização realizada, passou-se à elaboração das resenhas das obras aprovadas e dos pareceres das obras excluídas.

Na última fase do processo, os coordenadores e os leitores críticos realizaram uma análise global das obras para a elaboração deste Guia.

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS OBRAS DIDÁTICAS

A avaliação pedagógica das obras didáticas no âmbito do PNLD 2012 foi realizada com base em critérios de duas naturezas: critérios comuns para os diversos componentes curriculares e critérios específicos para cada componente curricular. Em relação aos critérios comuns, foram observados os seguintes itens:

- I. respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio;
- II. observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
- III. adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
- IV. correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
- V. das características e finalidades específicas do Manual do Professor e adequação da obra à linha pedagógica nele apresentada;
- VI. da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.

Por sua vez, a partir dos critérios eliminatórios específicos para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias - componente curricular Biologia, foi observado se a obra:

1. apresenta a compreensão do fenômeno vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico e cultural, abordando a diversidade dos seres vivos, no nível de uma célula, de um indivíduo, e de organismos interagindo no seu meio;
2. possibilita ao aluno a participação no debate de temas polêmicos contemporâneos que envolvem os conhecimentos da área de Biologia em articulação com outros saberes (filosófico, sociológico e outros), como o uso de transgênicos, clonagem, reprodução assistida entre outros assuntos,

visando contribuir para que o aluno se posicione frente a essas questões e outras do seu dia a dia;

3. auxilia na compreensão da biodiversidade do planeta, especificamente do Brasil, reconhecendo a sua influência na qualidade de vida humana e, conseqüentemente, no uso de seus produtos, apontando contradições, problemas e soluções respaldadas eticamente;
4. apresenta a organização dos conteúdos em torno de temas estruturadores do conhecimento biológico, tais como: origem e evolução da vida; identidade dos seres vivos e diversidade biológica; transmissão da vida, ética e manipulação genética; interação entre os seres vivos e destes com o ambiente; e qualidade de vida das populações humanas;
5. auxilia na construção de uma visão de que o conhecimento biológico e as teorias em Biologia se constituem em modelos explicativos, elaborados em determinados contextos sociais e culturais, superando a visão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes;
6. evita a visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico;
7. possibilita o reconhecimento das formas pelas quais a Biologia está engendrada nas culturas, seja influenciando a visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias e artísticas;
8. propicia a relação dos conceitos da Biologia com os de outras ciências, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo, o fluxo da energia nos sistemas biológicos, a dinâmica para sustentabilidade dos ambientes naturais, a própria produção do conhecimento biológico;
9. possibilita que o aluno perceba e utilize os códigos intrínsecos da cultura da Biologia. Para isso, deve apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico, utilizando as formas específicas de expressão da linguagem científica e tecnológica, bem como suas manifestações nas mídias;
10. contribui para a percepção de que os conhecimentos biológicos podem servir de base para reconhecer formas de discriminação racial, social, de gênero etc., que se fundem, inclusive, em alegados pressupostos biológicos, posicionando-se diante delas de forma crítica, com respaldo em pressupostos epistemológicos coerentes e na bibliografia de referência;
11. divulga conhecimentos biológicos para a formação de atitudes, posturas e valores que eduquem cidadãos no contexto de seu pertencimento étnicoracial – descendentes de africanos, povos indígenas, descendentes de europeus, de asiáticos – e de relações de gênero e sexualidade para interagirem na construção de uma nação democrática, em que todos, igualmente, tenham seus direitos garantidos e sua identidade valorizada.

Na avaliação das obras de Biologia, observou-se, ainda, se o Manual do Professor:

1. apresenta para o(a) professor(a), em suas orientações pedagógicas, a disciplina escolar Biologia no contexto da área das Ciências da Natureza,

- ressaltando as aproximações e diferenciações das metodologias de produção e apreensão dos conhecimentos em relação a outras disciplinas escolares do ensino médio;
2. considera o papel mediador do(a) professor(a) como auxiliar na condução das atividades didáticas, numa perspectiva de rompimento com uma visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico e uma visão de ciência meramente empirista e indutivista;
  3. oferece ao(a) professor(a) possibilidades de refletir sobre diferentes propostas pedagógicas no ensino de Biologia e suas implicações para os processos de ensino e de aprendizagem;
  4. oferece ao(a) professor(a) indicações de leituras diversificadas sobre educação em ciência, especificamente sobre o ensino de Biologia, bem como sugestões de atividades pedagógicas complementares;
  5. fornece possibilidades teórico-metodológicas ao(a) professor(a) de Biologia a fim de que este(a) tenha sustentação para lidar com o conhecimento biológico que favoreça, no processo de ensino-aprendizagem, o reconhecimento de formas de discriminação racial, social, de gênero etc.;
  6. oferece bibliografia que possibilite ao(a) professor(a) de Biologia uma leitura crítica do conhecimento biológico e reconhecimento dos modos como esse, em alguns momentos da história da humanidade, favoreceu a processos de exclusão e discriminação racial, de gênero etc.

Considerando-se os critérios acima expostos, foi elaborada a ficha de avaliação organizada em Blocos de Análise para as obras didáticas do Componente Curricular Biologia, cujo teor apresenta-se resumido a seguir.

## FICHA DE AVALIAÇÃO

### BLOCO 1 - LEGISLAÇÃO E CIDADANIA

**Critério:** Respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio (Constituição Brasileira; ECA; LDB 1996; DCNEM; Resoluções e Pareceres do CNE) e observância a princípios éticos e democráticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social.

- 1.1 Respeita o caráter laico e autônomo do ensino público.
- 1.2 Respeita a diversidade de credo, de regionalidade, local de moradia, gênero, sexo, etnia e classe social, princípio da igualdade.
- 1.3. Considera a proteção integral da criança e do adolescente (ECA).
- 1.4. Isenta-se da apresentação de ilustrações, fotografias, legendas, crônicas ou anúncios de bebidas alcoólicas, tabacos, armas e munições, pois desrespeitam os valores éticos e sociais da pessoa e da família (ECA).
- 1.5 Reconhece o Ensino Médio como etapa final da educação básica (LDB/DCNEM).
- 1.6 Favorece a preparação básica para o mundo do trabalho (LDB/DCNEM).

1.7 Favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico (LDB/DCNEM).

1.8 Favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino das Ciências da natureza (LDB/DCNEM).

1.9 Adota metodologias de ensino e de avaliação que estimulam a iniciativa dos estudantes (LDB-artigo 36 parágrafo 2º).

1.10 Reconhece que todo conhecimento mantém um diálogo, permanentemente, com outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de negação, de complementação, de ampliação, de iluminação de aspectos não distinguidos (DCNEM, parágrafo 1º, artigo 8º).

1.11 Reconhece as disciplinas escolares como recortes das áreas de conhecimento que representam e não esgotam isoladamente a realidade dos fatos físicos e sociais, devendo buscar entre si interações que permitam aos alunos a compreensão mais ampla da realidade (DCNEM, parágrafo 3º, artigo 8º).

1.12 Isenta de ilustrações e/ou mensagens que veiculam publicidade difundindo marcas, produtos ou serviços comerciais.

#### BLOCO 2 - ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA E PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

**Critério: Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida na obra no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados. Por mais diversificadas que sejam as concepções e as práticas de ensino envolvidas na educação escolar, a obra deve:**

- propiciar ao aluno uma efetiva apropriação do conhecimento através da escolha de uma abordagem metodológica capaz de contribuir para a consecução dos objetivos educacionais em jogo, respeitando-se as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio;
- ser coerente com a escolha da abordagem metodológica realizada, do ponto de vista da proposição dos objetos e recursos propostos.

2.1 Apresenta articulação e coerência entre a(s) fundamentação(ões) teórico-metodológica(s) da(s) proposta(s) didático-pedagógica(s) explicitada(s) e o conjunto de textos, atividades, exercícios etc., que configuram o livro do aluno.

2.2 Apresenta organização tanto entre os volumes da obra quanto entre as suas unidades estruturadoras, de forma a garantir a progressão do processo de ensino e de aprendizagem.

2.3 Propõe objetos de ensino e de aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de capacidades básicas do pensamento autônomo e crítico e contribuindo para a apreensão das relações que se estabelecem entre estes objetos e suas funções socioculturais.

2.4 Apresenta fundamentação teórico-metodológica que favorece a professores e alunos a evitarem a visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico.

2.5 A abordagem teórico-metodológica possibilita que professores e alunos reconheçam as formas pelas quais a Biologia está engendrada nas culturas, seja influenciando a visão de mundo, seja participando de manifestações culturais, literárias e artísticas.

2.6 Possibilita ao aluno a participação no debate de temas polêmicos contemporâneos que envolvem os conhecimentos da área de Biologia em articulação com outros saberes (filosófico, sociológico e outros), como o uso de transgênicos, clonagem, reprodução assistida entre outros assuntos, visando contribuir para que o aluno se posicione frente a essas questões e outras do seu dia a dia.

2.7 Auxilia na construção de uma visão de que o conhecimento biológico e as teorias em Biologia se constituem em modelos explicativos, elaborados em determinados contextos sociais e culturais, superando a visão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes.

2.8 Propicia a relação dos conceitos da Biologia com os de outras ciências, para favorecer a compreensão da produção do conhecimento biológico.

### BLOCO 3 - PROJETO GRÁFICO-EDITORIAL

**Critério:** Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra. O projeto gráfico-editorial da obra deve traduzir-se compatível com suas opções teórico-metodológicas, considerando-se, dentre outros aspectos, a faixa etária e o nível de escolaridade a que se destina.

- 3.1 Organiza a obra de forma clara, coerente e funcional, do ponto de vista da proposta didático-pedagógica.
- 3.2 Apresenta legibilidade gráfica adequada para o nível de escolaridade visado (desenho, tamanho e espaçamento das letras, palavras e linhas, formato, dimensões e disposição dos textos na página).
- 3.3 Apresenta impressão em preto do texto principal que não prejudique a legibilidade no verso da página.
- 3.4 Apresenta títulos e subtítulos claramente hierarquizados por meio de recursos gráficos compatíveis.
- 3.5 Isenta-se de erros de revisão e /ou impressão.
- 3.6 Apresenta referências bibliográficas, índice remissivo e indicação de leituras complementares.
- 3.7 Apresenta sumário que reflita claramente a organização dos conteúdos e atividades propostos, além de permitir a rápida localização das informações.
- 3.8 As ilustrações são claras, precisas e adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas.
- 3.9 As ilustrações retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país.
- 3.10 As ilustrações, de caráter científico, respeitam e indicam as proporções entre objetos ou seres representados.
- 3.11 As ilustrações estão acompanhadas dos respectivos créditos e identificam claramente a localização das fontes ou acervos onde foram produzidas.
- 3.12 Os gráficos e tabelas apresentam títulos, fontes e datas e apresentam, ainda, no caso de mapas e outras representações gráficas do espaço, legendas, escalas, coordenadas e orientação em conformidade com as convenções cartográficas.

### BLOCO 4 - CONCEITOS, LINGUAGENS E PROCEDIMENTOS

**Critério:** Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos presentes na obra respeitando tanto as conquistas científicas quanto os princípios de uma adequada transposição didática.

- 4.1 Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos.
- 4.2 Utiliza de modo correto, contextualizado e atualizado os conceitos e informações em exercícios, atividades, ilustrações ou imagens.
- 4.3 Apresenta a compreensão do fenômeno vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico e cultural, abordando a diversidade dos seres vivos no nível de uma célula, de um indivíduo e de organismos interagindo no seu meio.
- 4.4 Apresenta temas polêmicos contemporâneos (tais como: transgênicos, clonagem, reprodução assistida, etc., que envolvem os conhecimentos da área de Biologia em articulação com outros saberes (filosófico, sociológico e outros).

4.5 Favorece a compreensão da biodiversidade do planeta, especificamente do Brasil, reconhecendo a sua influência na qualidade de vida humana e, conseqüentemente, no uso de seus produtos, apontando contradições, problemas e soluções respaldadas eticamente.

4.6 Apresenta a organização dos conteúdos em torno de temas estruturadores do conhecimento biológico, tais como: origem e evolução da vida; identidade dos seres vivos e diversidade biológica; transmissão da vida, ética e manipulação genética; interação entre os seres vivos e destes com o ambiente; e qualidade de vida das populações humanas.

4.7 Apresenta o conhecimento biológico de modo a superar a compreensão a-histórica de que a vida se estabelece como uma articulação mecânica de partes.

4.8 Propicia a relação dos conceitos da Biologia com os de outras ciências, para entender processos como os referentes à origem e à evolução da vida e do universo, o fluxo da energia nos sistemas biológicos, a dinâmica para sustentabilidade dos ambientes naturais.

4.9 Apresenta, de forma organizada, o conhecimento biológico, utilizando as formas específicas de expressão da linguagem científica e tecnológica, bem como suas manifestações nas mídias, possibilitando ao aluno a percepção e utilização dos códigos intrínsecos da cultura da Biologia.

4.10 Apresenta os conhecimentos e pressupostos biológicos como base para o reconhecimento de formas de discriminação racial, social, de gênero, etc., posicionando-se diante delas de forma crítica, respaldando-se em bibliografia de referência.

#### BLOCO 5 - MANUAL DO PROFESSOR

**Critério: Observância das características e finalidades específicas do manual do professor. Este deve:**

- Orientar os docentes para o uso adequado da obra didática;
- Constituir-se num instrumento de complementação didático-pedagógica e atualização para o docente;
- Organizar-se de modo a propiciar ao docente uma efetiva reflexão sobre sua prática;
- Colaborar para que o processo de ensino e de aprendizagem acompanhe avanços recentes, tanto no campo de conhecimento do componente curricular da obra, quanto no da pedagogia e da didática em geral.

5.1 Descreve a organização geral da obra, tanto no conjunto dos volumes, quanto na estruturação interna de cada um deles.

5.2 Explicita os objetivos da proposta didático-pedagógica efetivada pela obra e os pressupostos teórico-metodológicos por ela assumidos.

5.3 Apresenta o uso adequado dos livros, inclusive no que se refere às estratégias e aos recursos de ensino a serem empregados.

5.4 Indica as possibilidades de trabalho interdisciplinar na escola, a partir do componente curricular abordado no livro.

5.5 Discute diferentes formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação que o professor poderá utilizar ao longo do processo de ensino e de aprendizagem.

5.6 Propicia a reflexão sobre a prática docente, favorecendo sua análise por parte do professor e sua interação com os demais profissionais da escola.

5.7 Apresenta textos de aprofundamento e propostas de atividades complementares às do livro do aluno.

5.8 Apresenta para o(a) professor(a), em suas orientações pedagógicas, a disciplina escolar Biologia no contexto da área das Ciências da Natureza, ressaltando as aproximações e diferenciações das metodologias de produção e apreensão dos conhecimentos em relação a outras disciplinas escolares do ensino médio.

5.9 Considera o papel mediador do(a) professor(a) como auxiliar na condução das atividades didáticas, numa perspectiva de rompimento com uma visão finalista e antropocêntrica do fenômeno biológico e que não apresente uma visão de ciência meramente empirista e indutivista.

5.10 Oferece ao(a) professor(a) possibilidades de refletir sobre diferentes propostas pedagógicas no ensino de Biologia e suas implicações para os processos de ensino e de aprendizagem.

5.11 Oferece ao(a) professor(a) indicações de leituras diversificadas sobre educação em ciência, especificamente sobre o ensino de Biologia, bem como sugestões de atividades pedagógicas complementares.

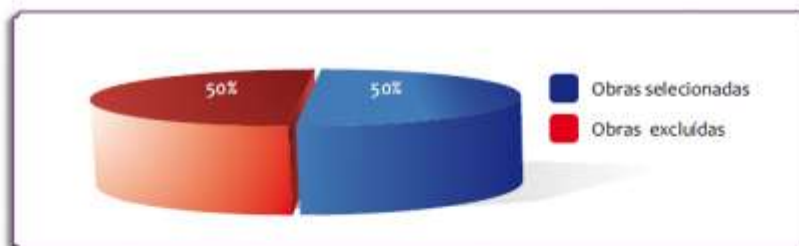
5.12 Fornece possibilidades teórico-metodológicas ao(a) professor(a) de Biologia a fim de que este(a) tenha sustentação para lidar com o conhecimento biológico que favoreça, no processo de ensino e de aprendizagem, o reconhecimento de formas de discriminação racial, social, de gênero, etc.

5.13 Oferece bibliografia que possibilite ao(a) professor(a) de Biologia uma leitura crítica do conhecimento biológico e reconhecimento dos modos como esse, em alguns momentos da história da humanidade, favoreceu processos de exclusão e discriminação racial, de gênero, etc.

## CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS OBRAS DE BIOLOGIA

Quando uma obra didática fere aos critérios indicados anteriormente, ela é excluída do PNLD e, portanto, não consta do Guia do Livro Didático. Neste Guia são apresentadas resenhas das obras didáticas aprovadas. Das 16 coleções avaliadas, foram selecionadas oito coleções e excluídas oito, o que gera o resultado demonstrado no gráfico a seguir:

### AVALIAÇÃO DO COMPONENTE CURRICULAR BIOLOGIA



As resenhas das obras selecionadas, síntese do processo de análise dos livros realizada por professores e pesquisadores da área de Biologia e de Ensino de Biologia, têm por objetivo auxiliar você, professor e professora, na escolha do livro didático. Apresentar os elementos singulares de cada obra didática num texto como a resenha, com uma limitação de tamanho, não é tarefa fácil. A tradição dos modos como se produzem material didático para o ensino de Biologia reforça a produção de obras cada vez mais com singularidades bastante raras. Desse modo, o esforço deste Guia é o de apresentar as singularidades das obras a fim de que você tenha possibilidades de conhecer e balizar a escolha da obra que vai adotar para a sua escola, para a realização do seu trabalho em sala de aula com suas turmas.