

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Saul Benhur Schirmer

**LIVROS DIDÁTICOS E DIMENSÕES DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO  
INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**Saul Benhur Schirmer**

**LIVROS DIDÁTICOS E DIMENSÕES DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE  
PROFESSORES DE FÍSICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química de Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Educação em Ciências**.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Inés Prieto Schmidt Sauerwein

Santa Maria, RS  
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schirmer, Saul Benhur  
Livros Didáticos e dimensões da Ciência na Formação Inicial de Professores de Física / Saul Benhur Schirmer.- 2016.  
203 p.; 30 cm

Orientadora: Inés Prieto Schmidt Sauerwein  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2016

1. Educação em Ciências 2. Formação Inicial de professores 3. Análise e escolha de livros didáticos 4. Dimensões da Ciência 5. Ótica I. Sauerwein, Inés Prieto Schmidt II. Título.

**LIVROS DIDÁTICOS E DIMENSÕES DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL  
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

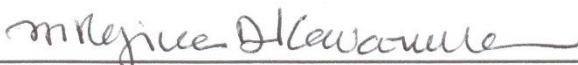
Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química de Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Educação em Ciências**.

**Aprovado em 29 de agosto de 2016:**



---

**Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/orientador)



---

**Maria Regina Dubeux Kawamura, Dra. (USP)**



---

**Ana Marli Bulegon, Dra. (UNIFRA)**



---

**Elgion Lucio da Silva Loreto, Dr. (UFSM)**



---

**Luiz Caldeira Brant de Tolentino Neto, Dr. (UFSM)**



## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pela incondicional parceria, incentivo e afeto.

À Ana, que me acompanha nessas caminhadas.

À Professora Inés pelos anos de convivência e aprendizado.

Aos colegas do “CV antigo”, por todos os momentos compartilhados.

Aos professores e colegas do PPGECQVS.

Aos ex-colegas, mas sempre amigos, Antônio e Paulo.

À Laura por toda ajuda e amizade. À Carol e ao Gordo sempre e a qualquer momento. A todos os man@s do 26, sempre presentes, ainda que fisicamente distantes.

Ao Jaisso, à Cris e ao Ben que junto à suas famílias foram fundamentais nessa caminhada.

A todos os que estiveram mais ou menos presentes nesses dois anos.

E à FAPERGS e à CAPES pelo auxílio financeiro.

## RESUMO

### ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS E DIMENSÕES DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

AUTOR: Saul Benhur Schirmer  
ORIENTADORA: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

A ampla distribuição de livros para as escolas públicas de educação básica no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) manteve o Livro Didático (LD) como um importante tema nas pesquisas relacionadas ao ensino ao longo das últimas décadas. Nesse programa cabe aos professores escolher as obras didáticas que serão utilizadas nas escolas. No entanto, diversos trabalhos da área vêm apontando problemas nesse processo e evidenciando a necessidade de discuti-lo na formação de professores. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo investigar como se pode subsidiar futuros professores de Física para a realização da análise e escolha de LD. Para tanto foi realizado um levantamento em periódicos e eventos da área de ensino onde se investigou quais as possíveis contribuições que estas publicações poderiam apresentar. Constatou-se que as pesquisas centram-se na análise de aspectos conceituais em LD e que praticamente não há registros de proposições de ações ou discussões que possam contribuir diretamente com a formação docente. Nesse contexto a investigação centrou-se então em elaborar, implementar e avaliar uma proposta didática que considera diferentes dimensões associadas à ciência como ponto de partida para o processo de avaliação dos LD. A proposta foi implementada junto à bolsistas do subprojeto Física do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal de Santa Maria. Tomando as dimensões histórico e filosófica, experimental e tecnológica foi proposta aos licenciandos a análise do conteúdo de ótica em coleções aprovadas no PNLD 2015. Para tanto foram compostos roteiros elaborados a partir de alguns resultados de pesquisa da área de ensino. A coleta de dados foi realizada mediante escritos dos participantes que para cada dimensão analisada compunham registros de suas análises, suas conclusões e um diário sobre as atividades. Os resultados evidenciam que os participantes tiveram avanços importantes tanto em relação ao processo de análise, superando a simples verificação e passando a argumentar sobre os aspectos analisados, quanto em relação às dimensões abordadas como alterações na visão estritamente cumulativa de ciência, reconhecimento da necessidade de atividades experimentais com caráter mais aberto e de que a tecnologia tem papel restrito nas coleções. Além disso, análise de LD mediante dimensões associadas à ciência e suas características pedagógicas se mostrou uma forma de se articular e promover uma maior reflexão sobre esses aspectos constituindo-se assim em um caminho possível para formar professores mais preparados para a tarefa profissional de análise e escolha de LD.

**Palavras – Chave:** Educação em Ciências. Formação Inicial de professores. Análise e escolha de livros didáticos. Dimensões da Ciência. Ótica.

## ABSTRACT

### TEXTBOOK ANALYSIS AND THE DIMENSION OF SCIENCE IN THE EARLY FORMATION OF PHYSICS TEACHERS

AUTHOR: Saul Benhur Schirmer

ADVISOR: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

The wide distribution of books to public schools of basic education under the National Textbook Program (PNLD) kept the Textbook (LD) as an important topic in research related to education over the past decades. In this program, it is up for the teachers to choose the textbooks which will be used in schools. However, many studies of the area have pointed out problems in the process and highlighting the need to discuss it in teacher education. Thus, the present study aims to investigate how to support future Physics teachers to carry out the analysis and choice of LD. In order to achieve this goal, journals and conferences concerning teaching were surveyed to investigate the possible contributions that these publications could present. Results show that research focuses on the analysis of conceptual aspects of textbooks and that there are virtually no records of propositional actions or discussions that can directly contribute to teacher training. In this context, the present investigation focused on designing, implementing and evaluating a didactic proposal that considers different dimensions associated with science as a starting point for evaluating textbooks. The proposal was implemented within the students of the Physics subproject of the Institutional Introduction to Teaching Scholarship Program (PIBID) of Federal University of Santa Maria. Taking the historical and philosophical, empirical and technological dimensions into account, it was proposed to the students an analysis of the contents of Optics in the textbooks approved by PNLD in 2015. To execute this, scripts were formulated from teaching research results. Data collection was performed by means of the participants' written records, which for each analyzed dimension were constituted by reports of their analysis, their conclusions and a daily activities diary. Results showed that participants had significant advances both in relation to the review process, by overcoming mere verification and starting to argue about the analyzed aspects, and also in relation to the dimensions addressed as changes in strictly cumulative view of science, recognizing the need for experimental activities in a more open character and that technology has limited role in the collections. Furthermore, textbook analysis by the dimensions of science and its pedagogical aspects proved to be a way to articulate and promote further reflection. Thus, this approach showed itself to be a fruitful way to train more qualified teachers for the professional task of analysis and choice of textbooks.

**Keywords:** Science Education. Formation of Physics Teachers. Analysis and choice of textbooks. Dimensions of Science. Optics

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1. ANÁLISE E ESCOLHA DE LD NAS PUBLICAÇÕES NA ÁREA DE ENSINO</b> ....	<b>19</b>
1.1. DESCRIÇÃO DA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES .....	20
1.2. ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE LD NOS PERIÓDICOS E EVENTOS DE ENSINO.....	20
1.3. ESCOLHA, FUNÇÕES E PAPEL DO LD NAS PUBLICAÇÕES ANALISADAS.	24
<b>1.3.1. Publicações sobre uso do LD</b> .....	<b>25</b>
<b>1.3.2. Publicações sobre análise e escolha do LD</b> .....	<b>30</b>
1.4. AS PUBLICAÇÕES DA ÁREA E SUAS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES.....	34
<b>2. UM NOVO OLHAR PARA OS LD</b> .....	<b>37</b>
2.1. UMA ESTRUTURA PARA ANÁLISE DE LD .....	37
2.2. AS DIMENSÕES DA CIÊNCIA NO LD.....	39
<b>2.2.1. A dimensão histórico filosófica em LD</b> .....	<b>43</b>
<b>2.2.2. A dimensão experimental em LD</b> .....	<b>48</b>
<b>2.2.3. A dimensão tecnológica em LD</b> .....	<b>54</b>
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>59</b>
3.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	62
3.2. OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	68
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>71</b>
4.1. RELATO DAS IMPLEMENTAÇÕES .....	71
4.2. AVALIAÇÕES INICIAIS DO LD.....	77
<b>4.2.1. A escolha das coleções para análise</b> .....	<b>77</b>
<b>4.2.2. Avaliação de experimentos no LD</b> .....	<b>79</b>
<b>4.2.3. Avaliação de aspectos históricos e filosóficos no LD</b> .....	<b>80</b>
<b>4.2.4. Análise das relações entre ciência (Física) e tecnologia</b> .....	<b>81</b>
<b>4.2.5. Análise do Manual do professor</b> .....	<b>82</b>
<b>4.2.6. Análise dos exercícios</b> .....	<b>83</b>
<b>4.2.7. Considerações sobre as análises preliminares</b> .....	<b>84</b>
4.3. ANÁLISE DA DIMENSÃO HISTÓRICA E FILOSÓFICA NO LD .....	84
<b>4.3.1. Análise dos elementos Histórico Filosóficos no LD</b> .....	<b>85</b>
<b>4.3.2. Formas de apresentação de elementos históricos</b> .....	<b>85</b>
<b>4.3.3. Análise dos Conteúdo dos elementos históricos apresentados</b> .....	<b>92</b>
<b>4.3.4. Instruções ao professor relacionadas aos elementos históricos</b> .....	<b>96</b>
<b>4.3.5. Relações entre os aspectos históricos e os aspectos conceituais</b> .....	<b>101</b>
<b>4.3.6. Análise das visões de ciência no LD</b> .....	<b>102</b>
<b>4.3.7. Análise das conclusões dos alunos sobre a dimensão histórica</b> .....	<b>112</b>
4.4. ANÁLISE DA DIMENSÃO EXPERIMENTAL NO LD.....	114
<b>4.4.1. A identificação das propostas</b> .....	<b>114</b>
<b>4.4.2. Análises sobre a realização das atividades experimentais</b> .....	<b>121</b>
<b>4.4.3. Análise das instruções ao professor relacionadas a dimensão histórico filosófica</b> .....	<b>127</b>
<b>4.4.4. Classificação quanto a função educacional, ênfase matemática e nível de abertura das propostas experimentais</b> .....	<b>133</b>
4.5. ANÁLISE DA DIMENSÃO TECNOLÓGICA NO LD .....	138
<b>4.5.1. Análise da identificação das propostas</b> .....	<b>138</b>
<b>4.5.2. Análise da tecnologia no LD</b> .....	<b>144</b>
<b>4.5.3. Análise das instruções ao professor sobre a tecnologia</b> .....	<b>157</b>

<b>4.5.4. Considerações sobre análise da dimensão tecnológica .....</b>	<b>163</b>
<b>4.6. AVALIAÇÃO FINAL DO LD .....</b>	<b>164</b>
<b>4.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>166</b>
<b>CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>171</b>
<b>REFERÊNCIAS CONSULTADAS .....</b>	<b>176</b>
<b>REFERÊNCIAS ANALISADAS.....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>191</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTÕES SOBRE ÓTICA.....</b>	<b>191</b>
<b>APÊNDICE B – ROTEIRO PARA ANÁLISE DA DIMENSÃO HISTÓRICO FILOSÓFICA NO LD .....</b>	<b>194</b>
<b>APÊNDICE C – TAREFAS SOBRE A ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>199</b>
<b>APÊNDICE D – ROTEIRO PARA ANÁLISE DA DIMENSÃO EXPERIMENTAL NO LD .....</b>	<b>200</b>
<b>APÊNDICE E – ROTEIRO PARA ANÁLISE DA DIMENSÃO TECNOLÓGICA NO LD.....</b>	<b>202</b>

## APRESENTAÇÃO

É comum observarmos pessoas com as mais diversas ocupações manifestarem-se preocupadas com educação. Também é comum veículos de comunicação realizarem campanhas relacionadas à educação. Nesse emaranhado de ideias que vêm à tona nesses pronunciamentos, muitas vezes se questiona o trabalho dos professores da educação básica. Estes também têm sua atuação questionada em grande número de pesquisas acadêmicas que muitas vezes levam em conta apenas uma parcela da realidade na qual se esperaria que o professor se saísse melhor, esquecendo outra parte significativa do processo, que compreende também falta de condições, preparo e até de motivação dos professores. Muitas dessas pesquisas questionam o professor em relação a algumas atitudes e procedimentos com os quais o mesmo não teve contato e que, muitas vezes, nem os próprios autores das pesquisas costumam apresentar em sua prática.

Uma dessas situações diz respeito à escolha de Livros Didáticos (LD). A partir da implementação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) a maioria dos professores de escolas públicas do país têm uma tarefa que, se não é nova, toma outra roupagem. Os professores, de redes de ensino credenciadas ao PNLD, devem escolher, a cada três anos entre uma lista de LD previamente aprovados por uma comissão composta pelo governo, o LD que a escola irá adotar para cada disciplina.

Diante das dimensões que o PNLD alcançou, aumentou também o número de pesquisas relacionadas ao tema livro didático. Na área de Ensino, os principais eventos têm contemplado o tema com mesas redondas e grande número de trabalhos apresentados a esse respeito, o que reflete o interesse da área, em especial relacionada ao ensino de ciências, pela temática LD. Parte desses trabalhos têm se preocupado em avaliar como é o processo de escolha dos LD nas escolas (Cassiano, 2003; Bisognin, 2010; Zambon, 2012; Boton, 2014) e apontam para escolhas pouco criteriosas devido a diversos fatores como o desconhecimento sobre o Guia do Livro Didático (GLD) – que é o material que o governo fornece aos professores para análise das obras; o distanciamento do guia em relação às expectativas dos professores que parecem preferir manusear os livros ao invés de utilizá-lo; a influência das editoras que muitas vezes visitam as escolas, e utilizam estratégias de marketing para promover suas obras, ainda que seja uma prática proibida no âmbito do programa; a

falta de tempo hábil e/ou destinado a realizar a análise do guia e discussões; falta de preparo dos professores; desinteresse pelo processo de escolha, entre outros.

A partir do estudo destes trabalhos e do fato de não ter conhecimento prévio de resultados de pesquisas com intervenções que visem auxiliar na superação dessas dificuldades, para além de diagnósticos sobre a incapacidade de escolas e professores em fazer escolhas conscientes e bem fundamentadas, surge a ideia de realizar algum tipo de intervenção que possa auxiliar os profissionais nessa tarefa de analisar e escolher livros didáticos para a utilização no ensino. Com isso surge uma questão: será que existem trabalhos publicados que implementem ações para a formação inicial, envolvendo análise e escolha de LD?

O interesse pela formação inicial, herança da implementação e análise de uma proposta didática para a graduação durante o mestrado, da participação em disciplinas como docente orientado, além da co-orientação de iniciação científica, realizados junto a licenciatura em Física acabou levando o trabalho à busca de proposições relacionadas à análise e escolha do LD na formação inicial. Nesse sentido, a ideia principal era constituir uma proposta didática para o ensino superior, mais especificamente para a licenciatura em Física que pudesse dar conta de auxiliar alunos e futuros professores na análise e escolha de LD.

Para dar seguimento a esta tarefa foi elaborado o projeto que culminou nesta tese que se enquadra na linha de pesquisa “Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa” do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da UFSM. Nesta linha de pesquisa, são desenvolvidos estudos relativos ao campo da didática das ciências que envolvem investigação dos problemas do ensino e da aprendizagem das ciências, referenciados nos saberes da Ciência, da Filosofia, da História da Ciência e das Ciências da Educação. E busca, utilizando-se dos pressupostos teóricos da pesquisa social, desenvolver ações que envolvam o espaço escolar e o universitário, na busca de alternativas para amenizar situações problema relacionadas ao processo educacional.

Em consonância com os pressupostos da linha de pesquisa elaborou-se uma pesquisa que pudesse responder à seguinte problemática: Como subsidiar futuros professores na escolha das coleções didáticas a serem utilizadas no ensino de Física?

A fim de resolver o problema proposto, algumas perguntas são colocadas: Existem propostas de pesquisas que buscam subsidiar a análise e escolha de LD na formação inicial de professores de ciências? De que maneira as diferentes dimensões do conhecimento científico podem ser utilizadas em atividades didáticas para formar uma base de análise dessas coleções? Em que momento da formação inicial estas questões deveriam ser tratadas?

A fim de responder a estas questões, a investigação envolveu dois momentos, uma análise das publicações da área e a construção, implementação e avaliação de uma proposta didática junto a alunos de licenciatura em Física direcionada a análise e escolha de LD. Sendo assim, o objetivo traçado para o trabalho aqui relatado constitui-se em investigar pesquisas sobre o processo de análise e escolha de LD e propor atividades que possam subsidiar futuros professores a efetuarem essas escolhas. Na busca de atingir tais objetivos e responder as questões colocadas o trabalho se apresenta com a seguinte estrutura.

A introdução procura apresentar um breve histórico sobre aspectos como a importância do LD para a escola e as políticas do LD no Brasil. Segue-se a isso a uma justificativa ao trabalho desenvolvido, com a apresentação das dificuldades que os professores têm encontrado no processo de análise e escolha do LD e a necessidade de implementação de atividades que subsidiem o trabalho docente para a realização de escolhas mais conscientes e adequadas às suas perspectivas de trabalho.

No capítulo 1 é apresentado um trabalho de levantamento das publicações em eventos e periódicos da área de ensino que procura mapear as produções e localizar possíveis propostas didáticas de trabalho associadas à análise e escolha de LD por professores ou futuros professores de ciências. Esse trabalho também faz parte da justificativa do trabalho na medida em que é localizada apenas uma publicação com implementação de atividades com esse foco.

O capítulo 2 dedica-se a apresentar a perspectiva de trabalho proposta para investigação e as dimensões a serem abordadas no trabalho.

O capítulo 3 apresenta as perspectivas metodológicas da pesquisa realizada. É apresentado o enquadramento teórico da pesquisa, a perspectiva teórica utilizada para análise dos dados e a descrição das atividades e os mecanismos de coleta dos dados.



No capítulo 4 são apresentados os resultados parciais obtidos com a implementação da proposta. Nesse capítulo constam o relato da implementação, as análises dos dados coletados.

Por fim são apresentadas em uma seção única as discussões e considerações preliminares obtidas com a análise parcial dos dados onde são discutidos esses resultados e apresentadas algumas considerações preliminares com intuito de responder às questões e ao problema de pesquisa apresentados acima.

## INTRODUÇÃO

O livro didático faz parte da vida escolar desde que a escola é escola. Essa ideia, apresentada por Munakata (2002) resume a relação e a importância desse recurso no processo educacional. Gatti Junior (1997) também entende que os livros são constituintes do que há de mais fundamental na escola:

Os livros didáticos, também chamados de manuais escolares ou livros escolares, são artefatos que desde há muito tempo ocupam o cenário escolar, a ponto de conjuntamente a professores e alunos consubstanciarem, perante a sociedade, o que há de mais fundamental no universo escolar. (GATTI JUNIOR, 1997, p. 31)

Segundo Lajolo (1996) didático “é o livro que vai ser utilizado em aulas e cursos, que provavelmente foi escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista essa utilização escolar e sistemática.” (LAJOLO, 1996, p.4).

Munakata (2002) argumenta que a instituição que conhecemos como escola surge nos séculos XVI-XVII, com a pretensão de ensinar tudo a todos, opondo-se ao privilégio dos bem nascidos que não dependiam do trabalho para sobreviver e seriam os únicos desde a Antiguidade que teriam condições para dedicar-se ao cultivo das artes, da leitura, do pensamento. Assim a escola se constitui como um espaço específico que “produz e organiza práticas peculiares, com regras próprias, num âmbito que não se confunde com a família, com a profissão ou com a religião” (MUNAKATA, 2002, p.90). Ocorre assim, a separação entre o fazer e o ensinar<sup>1</sup>. Os conteúdos a serem ministrados, agora genéricos, não vinculados ao fazer, passam a ser codificados num sistema de registro que é a escrita. Assim o livro necessariamente se faz presente como um dispositivo fundamental. O autor relata registros dos jesuítas entre 1548 e 1599 de recomendações sobre livros a serem adotados e suas formas de utilização. Um pouco mais adiante, Comenius – que inclusive compôs um exemplar com propósitos didáticos: *Orbis sensualium pictus* (O mundo sensível em imagens), de 1658 – recomenda que se produzam livros especiais para o ensino.

---

<sup>1</sup> “Até então, o aprendizado (de saberes, valores, comportamentos etc.) efetivava-se pela observação do fazer e pelo treino do próprio fazer, em seus respectivos ambientes (o aprendizado de um ofício artesanal fazia-se numa oficina; o de um cavaleiro, na casa de um nobre etc.). Na escola, ao contrário, ensina-se a todos um conjunto de saberes e valores independentemente da especialização a que cada aluno se destina ou almeja, e esse conteúdo genérico a ser ministrado, sem referência a nenhum ofício em particular, inviabiliza o aprendizado centrado no fazer.” (MUNAKATA, 2002, p.90)

Nesse sentido o livro, disponível graças à invenção da imprensa por Gutemberg no século XV, se constitui para Mota e Scott (2014) como protagonista de uma das grandes revoluções<sup>2</sup> que ocorreram na história da educação, permitindo a possibilidade do aluno aprender sozinho, distante do professor e da escola. Com isso, se percebe a importância desse recurso no âmbito educacional, do qual faz parte há quase 500 anos.

No Brasil, conforme Silva (2012) a utilização sistemática de LD remonta ao período imperial:

Sobre a inspiração do liberalismo francês, o Colégio Pedro II foi criado no Rio de Janeiro na década de 30 do século XIX. A escola servia apenas às classes economicamente privilegiadas que tinham como referência de educação e cultura a Europa e, em particular, a sociedade francesa. Neste caso, para atender aos objetivos educacionais da elite nada melhor do que buscar o que havia de produção didática na própria França. Manuais didáticos em francês ou traduzidos para o português eram importados. No Brasil, a imprensa, instalada por D. João VI por ocasião da transferência da Corte Portuguesa em 1808, ainda não oferecia boas condições para a produção e publicação de textos didáticos no século XIX. (SILVA, M. A. 2012, p. 807-8)

Segundo o autor essa situação só vai sofrer significativa alteração a partir da década de 1930 quando a crise mundial e o conseqüente encarecimento do livro estrangeiro impulsionaram a produção de livros no Brasil.

Segundo Freitag, Motta e Costa (1987) “remontam a 1937 as primeiras iniciativas para assegurar a divulgação e distribuição de obras de interesse educacional e cultural criando o INL (Instituto Nacional do Livro).” (FREITAG, MOTTA E COSTA, 1987, p. 12). Para os autores a discussão sobre LD no Brasil se sobrepõe à política do LD com profundo entrelaçamento entre elas. Dessa forma, constituindo-se de uma sequência de normativas governamentais que se sucedem.

A partir da criação do INL são estabelecidas condições de produção, importação e utilização do livro didático que só poderiam ser adotados nas escolas mediante aprovação do Ministério da Educação (Zambon, 2012).

Desde então as mudanças políticas no país, com períodos ditatoriais, levaram à alteração dos nomes dos órgãos responsáveis pelos livros, mas na prática haviam

---

<sup>2</sup> Para Mota e Scott (2014) o livro na escola foi o maior representante da segunda grande revolução que o ensino sofreu ao longo da história. Segundo os autores as inovações no ensino acompanham as mudanças na sociedade, sendo que no mundo ocidental a primeira grande inovação foi a própria invenção da escola com os gregos nos séculos V e IV a.C. (com Sócrates e Platão) e a terceira estaríamos vivenciando atualmente com as mudanças que vêm ocorrendo e ainda ocorrerão no ensino a partir das inovações nas tecnologias de informação e comunicação.

muitas críticas aos processos que envolviam a distribuição de LD. Com isso, em 1985 por meio do Decreto nº 91.542, de 19/8/85 é criado o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) buscando atender às reivindicações de professores e pesquisadores por meio das seguintes medidas:

Indicação do livro didático pelos professores; Reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; Extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias; Fim da participação financeira dos estados, passando o controle do processo decisório para a FAE e garantindo o critério de escolha do livro pelos professores. (BRASIL, 2015)

Com isso, o programa incorpora importantes características como a durabilidade dos livros e a escolha dos LD pelos professores. No entanto, segundo Zambon (2012) a qualidade ainda não se apresenta como uma preocupação e, embora o programa procure dar conta dos problemas anteriores “ainda podiam ser encontradas denúncias de recebimento de livros que não foram pedidos e problemas em relação à distribuição universal de livros, ao menos até o período de 1995” (ZAMBON, 2012, p.57).

A partir de 1993, é estabelecido um fluxo regular de verbas para a aquisição de livros e também nesse período são estabelecidos os critérios de avaliação dos livros didáticos para o ensino fundamental, sendo que, em 1995 inicia-se o processo de universalização dos livros. O processo de avaliação dos livros didáticos inicia-se em 1996 quando é publicado o primeiro GLD, um documento que visa ser o único instrumento utilizado pelos professores para a escolha das coleções. O GLD apresenta os critérios de avaliação e também resenhas das coleções analisadas por comissão composta pelo MEC (Brasil, 2015). Desde aí o processo utilizado é basicamente o mesmo: a cada três anos, mediante edital, as editoras submetem as coleções à avaliação, realizada por comissões constituídas pelo MEC. As coleções aprovadas são então descritas no GLD que é distribuído às escolas para a realização da escolha das obras que serão adotadas por cada uma.

A distribuição de LD foi sendo gradativamente ampliada em termos de abrangência no número de alunos, séries e disciplinas contempladas. Inicialmente para o ensino fundamental e a partir da implementação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) em 2005 também para o ensino médio, que em 2012 atinge a distribuição integral em todas as disciplinas.

Esse processo foi acompanhado por um aumento do interesse da pesquisa educacional sobre LD e das publicações sobre esse tema (Fernandes, Gouvêa, 2011; Maia, Villani, 2011; Munakata, 2012). E um dos assuntos que tem sido abordado são as escolhas das coleções pelos professores. Na dinâmica de ação do PNLD os professores têm a incumbência de escolher as obras didáticas que serão utilizadas nas escolas. As coleções são escolhidas por escola, de forma que os professores de um mesmo ano ou série de cada escola precisam entrar em acordo sobre a obra escolhida. As escolas devem ainda indicar uma segunda opção para cada série e disciplina para o caso de ocorrer algum problema com a distribuição das coleções e garantir que os alunos recebam os livros.

No entanto, esse processo tem apresentado problemas como vêm constatando diversos estudos sobre a escolha de LD (Loguercio, Samrsla, Del Pino, 2001; Cassiano, 2003; Tolentino-Neto, 2003; Cassab e Martins, 2008; Bisognin, 2010; Lima e Silva, 2010; Zambon, 2012; Boton, 2014). Os estudos apontam para escolhas pouco criteriosas devido a diversos fatores como o desconhecimento sobre o guia; o distanciamento do guia em relação às expectativas dos professores que parecem preferir manusear os livros ao invés de utilizá-lo; a influência das editoras que muitas vezes visitam as escolas, e utilizam estratégias de marketing para promover suas obras; a falta de tempo hábil e/ou destinado a realizar a análise do guia e discussões; falta de preparo dos professores; desinteresse pelo processo de escolha, entre outros.

A distribuição dos LD de Física nas escolas teve início em 2009 e a cada três anos há uma nova avaliação e distribuição de LD. Na primeira distribuição seis coleções foram aprovadas (Brasil, 2008). Na distribuição iniciada em 2012 foram 12 (Brasil, 2011) e no guia disponível para início da distribuição em 2015 são 14 coleções aprovadas (Brasil, 2014). Com isso, o que se percebe é um aumento nas coleções aprovadas, ou seja, aumentam, a cada edição, as opções oferecidas aos professores. Conforme Núñez et al (2002) a quantidade de LD que circulam no mercado “faz da seleção dos mesmos uma tarefa ainda mais complexa e exigente profissionalmente” (NÚÑEZ et al, 2002, p. 2).

Diante desse aumento, velhos nomes de autores de LD, que haviam sumido das escolas começam a voltar, tendo suas coleções adaptadas aos critérios de análise estabelecidos pela comissão de avaliação do MEC. Essa adaptação, no entanto, não significa que os livros venham a atender as demandas dos professores da educação

básica, que acabam sendo intermediários entre autores e editoras, que precisam da aprovação da comissão do MEC, e os usuários finais que são os alunos da educação básica.

Para Núñez et al. (2002) a avaliação de LD não pode se limitar a especialistas, cabendo aos professores, como profissionais a tarefa de avaliar e selecionar os mesmos. Para tanto é necessário que estes possuam “determinados saberes, critérios, competências, etc. para poder realizar em conjunto uma escolha com seus colegas de trabalho” (NÚÑEZ et al, 2002, p. 2). Com isso, caberia perguntar nesse momento que tipo de subsídios estão sendo oferecidos aos professores para a escolha dos LD?

As recentes Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (Brasil, 2015) incorporam a necessidade desse saber na formação docente incluindo o conhecimento, avaliação, criação e uso de materiais didáticos em suas indicações de elementos a serem articulados no âmbito do núcleo de formação geral de cada área.

Nesse contexto o processo de escolha de LD, que é uma das principais e das únicas escolhas didático-pedagógicas atribuídas aos professores de educação básica, assume uma grande importância e deve(ria) ser assim tratado pelas pesquisas sobre LD no país. E além disso constituir, a partir dos resultados dessas pesquisas, práticas que auxiliem professores e futuros professores nesse processo. Apesar disso, Mendoza; Piedrahita; Cortez (2009) apontam que esse assunto não tem tido o devido tratamento na formação inicial.

Para Horikawa; Jardimino (2010) a política de avaliação de LD no âmbito do PNLD alterou significativamente a qualidade dos manuais didáticos, não acompanhada de incremento na formação de professores. Muitas coleções passaram a trazer abordagens e sequências inovadoras para o ensino, no entanto essas não são as preferidas dos professores que, mesmo quando as escolhem, acabam abandonando seu uso devido à falta de compreensão sobre essas propostas. Para os autores aparentemente “o professor ainda não está suficientemente capacitado para analisar as articulações teóricas e metodológicas que compõem um livro didático.” (Ibid., 2010, p.161).

Diante disso, torna-se imprescindível olhar com atenção para a questão do LD e a formação docente e procurar incorporar a questão colocada por Silva; Garcia e

Garcia (2010): todos têm livro, e agora? Os livros estão aí, com todo o processo que envolve sua composição, distribuição e uso. Sendo assim a constituição de futuros profissionais capacitados precisa considerar a problematização das questões relacionadas ao LD, possibilitando aos professores o reconhecimento dos processos envolvidos na dinâmica atual do LD no país.

Para que o professor tome o seu papel de protagonista nesse cenário é preciso que se reconheça nesse processo e isso envolve uma formação adequada para tal. Diante do papel que os professores devem assumir em relação ao LD, torna-se imprescindível que consigam compreender esse material, como propõem Horikawa; Jardimino (2010):

É necessário que o professor seja formado para reconhecer as potencialidades que os livros didáticos lhes apresentam, para fazer escolhas adequadas quanto às proposições constantes nos manuais, de acordo com o projeto político-pedagógico de sua instituição escolar e para analisar criticamente a teoria e a metodologia que sustentam a elaboração do livro didático. (HORIKAWA; JARDILINO, 2010, p.161)

Nesse sentido, Silva (2012) reivindica que os cursos de licenciatura incluam a compreensão da organização do LD de forma que este possa se constituir como um subsídio criativo para o trabalho do professor e, por isso, os resultados de pesquisas sobre análises de LD deveriam chegar aos professores e futuros professores.

Com isso, é desejável que os cursos de licenciatura tenham um espaço que possa realizar análises que auxiliem os futuros professores a se tornarem mais críticos em relação à escolha e uso deste instrumento na sua sala de aula, mesmo que seja apenas um subsídio na relação professor aluno.[...] Para isso é importante problematizar aspectos relativos à natureza do livro didático e seu papel na prática docente e instrumentalizar os licenciandos de Ciências para a análise, crítica e o estabelecimento de critérios de seleção de livros didáticos e, ainda, familiarizá-los com a produção acadêmica nacional e internacional sobre o livro didático. (SILVA, P. S. 2012, p.143)

Sendo assim, parece fundamental nesse momento que se investigue o que vêm sendo realizado e divulgado em termos de pesquisas sobre a análise e escolha de LD, bem como se constituam propostas que viabilizem essas aprendizagens na formação inicial de professores, de modo a contribuir para a constituição de profissionais capacitados a refletir sobre a escolha dos materiais a serem utilizados em sala de aula.

## 1. ANÁLISE E ESCOLHA DE LD NAS PUBLICAÇÕES NA ÁREA DE ENSINO

Com intuito de avaliar possíveis propostas e práticas para análise e escolha de LD na formação inicial de professores de Ciências, especialmente de Física, realizou-se um levantamento em periódicos e eventos da área de Ensino no país.

Para a realização do levantamento foram selecionados os periódicos da área de Ensino, mais especificamente os que tratam de ensino de ciências, com melhor avaliação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES<sup>3</sup>. Assim foram analisados os periódicos com classificação A1 e A2, conforme classificação do Qualis 2014, dentre estes Ciência e Educação (C&E), Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Ensaio), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC).

Também foram analisados os principais periódicos de ensino de Física do país, a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). É importante salientar que todos os periódicos analisados disponibilizam gratuitamente suas publicações em seus sites na internet.

A análise das publicações nos periódicos considerou o período de 2007 a 2014. Justifica-se esse período considerado devido ao fato de a primeira avaliação das coleções de Física para ensino médio ter sido publicada em 2006 (Brasil, 2006) e terminando em 2014 com todos os volumes completos.

Além dos periódicos, foram analisadas as publicações de eventos da área de Ensino. Para tanto foram selecionadas amostras de eventos de Ensino de Ciências, contemplando Física, Química e Biologia e eventos mais específicos de ensino de física. Com isso, foi analisado o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que chegou a sua décima edição em 2015 e configura-se como o maior evento da área de pesquisa em Educação em Ciências do país. E, além desse, os dois principais eventos de Ensino de Física do país: o Simpósio Nacional de Ensino

---

<sup>3</sup> Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. O Qualis Periódicos leva em conta necessidades específicas de cada área de pesquisa, bem como as decisões do Conselho Técnico Consultivo do Ensino Superior (CTC – ES) e as regras de avaliação da Capes. Os periódicos são classificados em estratos conforme a pontuação em relação aos critérios estabelecidos para a área. Em ordem decrescente os estratos são: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. Para mais informações consultar: < <http://www.capes.gov.br/component/content/article?id=2550:capes-aprova-a-nova-classificacao-do-qualis> >. Acesso em 30/10/2015.



de Física (SNEF) e o Encontro de pesquisa em Ensino de Física (EPEF) ambos organizados pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).

O período escolhido abrangeu as últimas quatro edições de cada evento, período em que se efetivou a distribuição integral de LD para as disciplinas científicas do ensino médio.

### 1.1. DESCRIÇÃO DA ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES

O trabalho consistiu em inicialmente identificar as publicações relacionadas a LD mediante busca em título, resumo e palavras-chave. A busca levou em conta os termos “livro”, “livro didático”, “manual” e seus plurais entre outras palavras e frases que identifiquem os trabalhos com LD. Após esse levantamento inicial, foi delimitada a amostra que seria analisada. Os trabalhos foram lidos na íntegra e excluídos aqueles que, apesar de citarem o termo livro didático no título, resumo ou palavras-chave, não tinham como foco uma pesquisa relacionada ao LD.

A partir daí foram utilizados os princípios da análise de conteúdo na perspectiva de Laurence Bardin para classificar as pesquisas sobre LD. Conforme Bardin (1988), as categorias são rubricas ou classes que agrupam elementos em função de caracteres comuns, com isso, para a autora, categorizar envolve a investigação do que cada um dos elementos têm em comum.

Dessa forma a categorização envolveu a leitura dos trabalhos onde foram identificadas as ênfases das publicações em relação ao LD, agrupando os trabalhos conforme o enfoque das pesquisas. A seguir são apresentados os resultados do levantamento.

### 1.2. ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE LD NOS PERIÓDICOS E EVENTOS DE ENSINO

A partir da análise das pesquisas sobre LD nos periódicos de Ensino de Ciências e de Física foram identificados 72 artigos relacionados a LD. Os dados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Trabalhos sobre LD nos periódicos de Ensino.

<b>Periódico</b>	<b>Total de trabalhos</b>	<b>Sobre LD</b>	<b>% sobre LD</b>
C&E	376	21	5,6
Ensaio	227	15	6,6
IENCI	205	13	6,3
RBPEC	208	10	4,8
RBEF	607	8	1,3
CBEF	246	5	2,0
<b>Total</b>	<b>1869</b>	<b>72</b>	<b>3,8</b>

Os trabalhos relacionados a LD, identificados nos eventos encontram-se na Tabela 2. Cabe salientar que apenas algumas edições dos eventos analisados apresentam, em suas atas, o número total de trabalhos apresentados no evento. Desta forma, optou-se por retirar a coluna “Total de trabalhos” e impediu o cálculo das porcentagens de trabalhos relacionados a LD, como realizado para os periódicos. Os trabalhos relacionados a LD, identificados nos eventos encontram-se na Tabela 02.

Tabela 2 – Trabalhos sobre LD em eventos de Ensino.

<b>Evento</b>	<b>Sobre LD</b>
ENPEC (2007-2013)	191
SNEF (2009-2015)	82
EPEF (2008-2014)	49
<b>Total</b>	<b>322</b>

Durante o levantamento constatou-se que o número de trabalhos relacionados a LD se manteve praticamente constante a cada ano. Esse mesmo fenômeno ocorreu no levantamento das publicações em eventos, onde as oscilações entre o número de trabalhos por ano pode ser justificado pelo número de participantes nos eventos como apontam Schirmer e Sauerwein (2013, 2015).

Após a seleção de trabalhos relacionados a LD nos eventos e periódicos, identificou-se os seus focos, isto é, quais aspectos relacionados aos LD estavam sendo abordados, constituindo-se assim as categorias a seguir:

- *Aspectos conceituais*: Os trabalhos incluídos nessa categoria têm em comum o fato de a análise do conteúdo conceitual científico ser predominante. Abarca trabalhos que apresentam pesquisas sobre a presença de determinados

conteúdos (Jacques, Milaré & Alves Filho, 2009; Assis, Pimenta & Schall, 2013) a abordagem de um conteúdo (Martins, Santos & El-Hani, 2012), os erros (Gardelli & Neves, 2011), a transposição didática (Silva *et al*, 2013), entre outras características de determinados conteúdos (entendidos como sinônimos de assuntos ou tópicos como, por exemplo, Mecânica, Equilíbrio Químico, Valência, Evolução, Física Moderna, Calor, entre outros) em LD.

- *Inovações, recursos, estratégias e formas de abordagem nos LD*: trabalhos que analisam ou discutem a presença de recursos didáticos e das tendências da área de ensino propostas em diferentes linhas como Experimentação, História e Filosofia da Ciência, Resolução de Problemas, Analogias, Ciência Tecnologia e Sociedade, entre outras (Souza Filho & Grandini, 2003; Silva, Neto & Malta, 2003; Nagem & Marcelos, 2005; Sepini, Cabral & Maciel, 2013).
- *Aspectos linguísticos*: trabalhos que analisam diversos aspectos relacionados à linguagem, tais como imagens, discursos, diagramas, gráficos e outras representações em LD. Além desses, há trabalhos também sobre adaptação de LD para portadores de necessidades especiais (Martins & Dickman, 2013; Pereira & Beltrán Núñez, 2013).
- *Escolha, funções e papel do LD*: engloba pesquisas sobre o processo de escolha de LD e/ou do seu uso, pesquisas sobre o papel do LD no processo educacional e pesquisas sobre concepções, opiniões ou práticas relacionadas a LD de estudantes, professores ou outros atores (supervisores, coordenadores e diretores) do processo (Miranda; Marins, 2007; Zambon *et al*, 2011; Rosa, 2013; Souza & Garcia, 2013).
- *Aspectos avaliativos de LD*: abrange trabalhos que propõem e analisam critérios e roteiros para a avaliação ou analisam avaliação e avaliadores de LD (Santos; Mól, 2007, Trebien; Garcia, 2011).
- *Levantamentos em publicações*: abrange trabalhos que apresentam pesquisas e mapeamentos sobre LD em publicações como periódicos, eventos, dissertações e teses (Fernandes e Gouvêa, 2011; Schirmer; Sauerwien, 2015).
- *História e políticas do LD*: Abarca trabalhos envolvendo relações entre períodos históricos, políticas e livros ou projetos de ensino e os LD (Sampaio; Santos, 2007; Braga; Guerra; Reis, 2008).

Quanto a esta classificação cabe salientar que em alguns casos as diferenças entre duas categorias é tênue. Um exemplo é o caso da História e Filosofia da Ciência (HFC), que em alguns trabalhos é tratada como conteúdo e em outros como metodologia de ensino. Se tratada como conteúdo foi classificada em aspectos conceituais e se tratada como metodologia, em Inovações, recursos, estratégias e formas de abordagem nos LD. Dessa forma foi a análise de cada artigo possibilitou classificá-lo de acordo com o cerne da pesquisa realizada. A distribuição dos trabalhos nessas categorias é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição das publicações sobre LD nas categorias.

<b>Categoria</b>	<b>Periódicos</b>	<b>Eventos</b>	<b>Total</b>
Aspectos conceituais	40	169	209
Inovações, recursos, estratégias e formas de abordagem nos LD	12	61	73
Escolha, funções e papel do LD	4	34	38
Aspectos linguísticos	6	24	30
Aspectos avaliativos de LD	1	11	12
Levantamentos em publicações	1	13	14
História e políticas do LD	8	10	18
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>322</b>	<b>394</b>

A predominância de trabalhos que envolvem análise de aspectos conceituais nas publicações fica evidente na Tabela 03, mostrando que estes correspondem a mais da metade das publicações relacionadas a LD. O resultado mostra qual é a principal ênfase desses trabalhos e concorda com o que vem sendo apontado em diversas revisões sobre LD na área de ensino (Maia; Villani 2011; Zambon, 2012; Ocelli; Valdeiras, 2013; Souza; Garcia 2013).

Os resultados também evidenciam que praticamente 20% das pesquisas preocupam-se com inovações, recursos, estratégias e formas de abordagem nos LD, o que demonstra um interesse da área em contemplar, além do conteúdo, a forma de ensinar esses conteúdos.

No entanto, o foco do presente estudo está na categoria de escolha, funções e papel do LD, que representa 10% (38 publicações) das investigações relacionadas a LD identificadas nos periódicos e eventos da área de Ensino analisados.

### 1.3. ESCOLHA, FUNÇÕES E PAPEL DO LD NAS PUBLICAÇÕES ANALISADAS

Com intuito de explorar mais profundamente os trabalhos dessa categoria estes foram classificados em subcategorias (Uso; Análise e escolha; outros) a partir da leitura e da identificação de suas principais características, abaixo descritas.

- *Uso*: trabalhos que têm como foco o uso do LD. Esses trabalhos exploram o uso do LD tanto na visão de professores (Baganha & Garcia, 2011; Artuso & Appel, 2015), quanto na visão de alunos (Sillos; Santos, 2013; Silva; Garcia; Garcia, 2010, 2011 e 2011a; Tomaczski, 2013)
- *Análise e escolha*: trabalhos que privilegiaram processos de análise e escolha de LD para a educação básica (Cassab; Martins, 2008; Lima; Silva, 2010; Rosa 2013).
- *Outros*: publicações que não se enquadram nos dois conjuntos anteriores. Aqui estão incluídos os trabalhos de Garcia (2009), Diniz; Oliveira; Schall (2010), Empoglou; Marcondes (2013) e de Leite; Garcia; Rocha (2013). Garcia (2009) procura identificar a presença dos livros didáticos na formação anterior de professores e alunos de licenciatura e mapear seus conhecimentos prévios sobre os programas nacionais de avaliação e distribuição aos alunos das escolas públicas brasileiras. Diniz, Oliveira & Schall (2010) apresentam um resgate histórico das características formais, organização e metodologia de ensino de um livro relacionado à educação em saúde para o ensino fundamental da década de 1980, além da análise de especialistas sobre essa obra a fim de subsidiar uma nova publicação sobre saúde. Empoglou; Marcondes (2013) investigam as concepções de supervisoras pedagógicas sobre fatores que influenciam a relação do livro didático de ciências com professores, alunos, escola e comunidade. Leite, Garcia; Rocha (2013) investigam as percepções sobre o que se ensina aos alunos de licenciatura sobre o LD.

Cabe salientar que essas subcategorias não são excludentes na medida em que quatro trabalhos (Miranda; Marins, 2007; Zambon *et al*, 2011; Rosa, 2013; Souza; Garcia, 2013) que apresentam investigações com foco tanto no uso quanto na análise

e escolha foram classificados nas duas subcategorias, conforme a distribuição dos trabalhos da Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição das publicações sobre LD nas subcategorias

<b>Subcategoria</b>	<b>Número de trabalhos</b>		<b>Total de trabalhos relacionados à subcategoria</b>
<b>Uso</b>	23	4	27
<b>Análise e escolha</b>	7		11
<b>Outros</b>	4		4

Conforme esses dados o principal foco dos trabalhos é o uso do LD. A seguir são apresentadas algumas características das publicações relacionadas ao uso e à análise e escolha do LD, duas das três subcategorias da Tabela 04.

### **1.3.1. Publicações sobre uso do LD**

A maioria das pesquisas incluídas neste conjunto (subcategoria) utiliza questionários para investigar as formas de uso do LD e outras, em menor número, utilizam a técnica das entrevistas. Esses instrumentos foram aplicados em sua grande maioria a alunos e professores de educação básica. Dessa forma, as publicações classificadas na subcategoria uso podem ser ainda divididas quanto ao público investigado mediante esses instrumentos, constituindo-se dois conjuntos principais: um relacionado a investigações com alunos e outro com professores de educação básica. São descritos a seguir alguns dos principais objetivos e resultados obtidos por esses trabalhos de modo possibilitar a análise de como estes podem contribuir para a atividade de análise e escolha designada aos professores.

Sete dos 27 trabalhos se ocuparam em investigar o uso do LD na visão de alunos de Ensino Médio. Todos esses utilizaram questionários como instrumentos de coleta de dados. Os principais objetivos desses trabalhos foram investigar frequências e finalidades do uso e relações do professor e dos alunos com o livro didático, além de contribuições do LD e as dificuldades que os alunos enfrentam com estes materiais (Artuso, 2013; Kato; Kiouranis, 2013; Sillos; Santos, 2013; Tomaczski *et al*, 2013).

Além desses, Silva, Garcia e Garcia (2010, 2011a, 2011b) realizaram pesquisa durante a primeira distribuição de LD de Física em 2009, procurando investigar como os alunos receberam os livros de Física; o que os alunos pensam a respeito do livro didático que estão utilizando; elementos do conteúdo específico que os jovens destacam nos livros de Física e se, e como, este artefato da cultura escolar está modificando a relação dos jovens com os conteúdos de Física.

Os principais resultados obtidos dos sete trabalhos ilustram as percepções dos alunos em relação ao LD e apontam:

- A importância do LD que auxilia na compreensão dos conteúdos e ainda possibilita uma maior autonomia por estar disponível tanto na escola quanto em casa (Tomaczski *et al*, 2013; Kato; Kiouranis, 2013)
- Dificuldades com o transporte desse material entre a casa e a escola e a linguagem e exercícios – possivelmente decorrentes da forma de utilização do LD em que o professor explica o conteúdo e solicita a resolução de exercícios aos alunos (Kato; Kiouranis, 2013).
- O papel vital do professor em relação ao uso do livro pelos alunos, onde as principais motivações para a leitura do LD são indicação do professor e cobrança de conteúdos em avaliações (Sillos & Santos, 2013).
- Escassez de atividades de leitura associadas ao LD (Silva; Garcia; Garcia, 2010, 2011a e 2011b; Sillos; Santos, 2013).
- Utilização restrita dos livros apenas na preparação para as provas. (Tomaczski *et al.*, 2013).
- Permanência do modelo de ensino apoiado nas explicações e registros no quadro de giz, isto é, sem incorporar propostas de atividades do LD. (Silva, Garcia, Garcia, 2010, 2011a, 2011b).

Essas investigações trazem elementos importantes para serem considerados na escolha de LD. Os resultados alcançados pelos autores podem, por um lado, apresentar aos professores resultados gerais sobre as visões dos alunos em contextos diversificados e em alguma medida generalizáveis. Por outro lado, tomar ciência das visões dos alunos sobre o LD, sua presença e seu uso na escola pode contribuir para o professor pensar, a partir dessas pesquisas, nas necessidades de

seus próprios alunos. Como coloca Nuñez (2002), as coleções são criadas para alunos genéricos. Nesse contexto cabe ao professor pensar em suas realidades e, nesse sentido, as investigações sobre as perspectivas dos alunos em relação ao LD podem ser um importante aliado no processo de escolha.

Já as publicações que investigaram professores de educação básica somam 14 dos 27 trabalhos relacionados ao uso de LD. Os instrumentos utilizados para coleta e dados nessas publicações são entrevistas e questionários, cinco deles utilizam entrevistas, cinco questionários e um utiliza ambos os instrumentos. Os principais objetivos traçados por esses trabalhos foram investigar como os professores usam o LD (Miranda; Marins, 2007, Baganha; Garcia, 2011; Guimarães, Megid Neto & Fernandes, 2011; Zambon *et al*, 2011; Rosa, 2013; Souza; Almeida, 2013; Bandeira Filho; Martins, 2013), como os professores estruturam suas aulas e o papel do LD em suas práticas (Frizon *et al.*, 2009; Garcia; Garcia; Pivovar, 2007; Garcia; Pivovar, 2008; Maia; Villani, 2013; Artuso; Appel, 2015a, 2015b) e como a cultura local influencia no uso do LD (Souza & Garcia, 2013).

Alguns dos principais resultados dessas pesquisas relacionadas a professores de educação básica e o uso do LD são apresentadas a seguir:

- O LD serve como uma referência ao trabalho do professor determinando em muitos casos os conteúdos e a sequência adotada e, muitas vezes, chega a definir os currículos (Baganha & Garcia, 2011; Frizon *et al.*, 2009; Garcia, Garcia & Pivovar, 2007; Garcia & Pivovar, 2008; Maia & Villani, 2013).
- Parte dos professores utiliza apenas os exercícios do LD ou em sala de aula ou como lista a ser resolvida extraclasse (Garcia; Garcia; Pivovar, 2007; Garcia; Pivovar, 2008; Artuso; Appel, 2015a, 2015b)
- O LD é utilizado como fonte de recursos, onde são valorizados principalmente exercícios, imagens e textos. Experimentos, projetos e outras atividades complementares têm um uso menos frequente pelos professores. (Guimarães, Megid Neto; Fernandes, 2011; Zambon *et al*, 2011; Souza; Almeida, 2013; Artuso; Appel, 2015a, 2015b).
- O livro didático compartilha espaço na preparação e execução das aulas com outros recursos como TV Multimídia, DVD, Vídeos, internet, computadores, revistas, jornais, textos (Baganha; Garcia, 2011; Zambon *et al*, 201; Rosa, 2013)



- A formação do professor parece não alterar a função atribuída ao livro didático nas aulas, a maneira como elas são estruturadas ou a forma como os alunos serão orientados a participar das atividades pedagógicas (Artuso; Appel, 2015b). Por outro lado, as preferências de professores formados e em formação são diferentes. Enquanto os licenciandos preferem coleções que orientações sobre o conteúdo e como realizar as atividades, inclusive roteiros para as práticas, professores já formados e participantes de formação continuada reconhecem uma boa coleção como aquela que permite escolhas tanto em relação a atividades, quanto a conteúdos, evidenciando a defesa do espaço de autonomia docente no encaminhamento das atividades didáticas. (Garcia; Garcia; Pivovar, 2007; Garcia; Pivovar, 2008).

As investigações sobre o uso do LD junto a professores de educação básica demonstra que ainda há muito a avançar para que os investimentos realizados no âmbito do PNLD para a educação básica se justifiquem em ações na sala de aula. Percebe-se que os LD apresentam-se como um recurso importante ao professor mas, mesmo que agora todos os alunos tenham acesso a este recurso, não se constata mudanças significativas no trabalho em sala de aula. As práticas são bastante semelhantes ao que acontecia antes do PNLD, onde os livros serviam como subsídio ao trabalho docente e de estudo aos alunos sem uma maior articulação no trabalho em sala de aula. Esses resultados corroboram os resultados de pesquisas sobre o LD realizadas com os alunos de educação básica, apresentados anteriormente, que apontaram uma subutilização do LD.

Nesse sentido, as publicações aqui analisadas apresentam um ponto importante a ser considerado no processo de escolha do LD: seu uso. As publicações apontam, em seus resultados, uma subutilização do LD em sala de aula com raras propostas para fazer uso desse recurso em atividades de leitura, realização de experimentos, entre outras presentes nos LD, que ficam limitados a fornecer exercícios e um material para consulta de imagens e alguns textos isolados.

Outra característica que esses trabalhos apresentam é sua ênfase em realizar diagnósticos sobre concepções de uso do LD. Com isso, predominam questionários e entrevistas com vistas a levantar as visões ou percepções de professores e alunos da educação básica sobre o uso do LD. Entre os 22 trabalhos relacionados ao uso de LD apenas 4 fogem dessas características.

Melo e Santos (2013) buscam analisar as interações discursivas ocorridas na sala de aula visando identificar o uso do LD e como se deu a exploração dos aspectos sociocientíficos. Analisam o vídeo de uma aula considerando o tempo de falas de alunos e professor, papel do LD e trechos dos diálogos. Para os autores, a leitura do LD possibilitou a introdução de aspectos sociocientíficos em sala de aula, evidenciando o papel do livro na sugestão dos temas.

Leite e Garcia (2014) buscam identificar algumas das funções que os formadores de professores atribuem ao LD mediante um questionário enviado para professores indicados pelos coordenadores de cursos de licenciatura em Física de Universidades e Institutos Federais da região Sul do país. Assim, participaram da pesquisa 24 professores. Para os autores os formadores veem o LD como um dos recursos a complementar o trabalho do professor e com um papel flexível em sua prática, ora ocupando o primeiro plano ora sendo relegado ao segundo plano. Os formadores buscariam formar intelectuais críticos transformadores, desenvolvendo autonomia dos licenciandos para selecionar e julgar quando os livros didáticos devem ser utilizados dentro dos diversos contextos possíveis nos ambientes escolares.

Garcia, Nascimento e Scomacao (2015) procuram catalogar e analisar manuais de Didática e Metodologia do Ensino produzidos no Brasil. Na pesquisa são apresentadas as análises de dois manuais, um de 1930 e outro de 1990. Os resultados possibilitam verificar a importância dos conhecimentos físicos nos manuais analisados, bem como elementos que permanecem nas coleções apesar das décadas de diferenças, bem como elementos novos que foram agregados com o desenvolvimento de estudos que influenciaram na área educacional.

A pesquisa de Paula e Lima (2011) é o único trabalho que apresenta um caráter propositivo. No artigo, os autores apresentam os resultados de atividades didáticas relacionadas à leitura de um texto de LD sobre influências da Lua na Terra implementadas junto a alunos de dois cursos de Licenciatura do Campo de Línguas, Artes e Literatura e Ciências da Vida e da Natureza em Minas Gerais. Trata-se de uma proposta de uso do LD como um instrumento para a promoção da formação de sujeitos leitores e produtores de texto e é, dos trabalhos analisados, a única pesquisa que apresenta uma prática de uso do LD em situação de ensino. O trabalho apontou considerações importantes e desafiadores no trabalho com alunos de diferentes culturas, que frequentam as Licenciaturas do Campo, e a leitura de textos didáticos

que, como já dissemos, são escritos para leitores genéricos. Esta proposição consiste na leitura de um texto do LD que coloca em pauta diferenças entre a cultura popular e a das ciências naturais ao questionar a legitimidade da crença de que o nascimento de bebês está relacionado às fases da Lua. Os autores percebem que os participantes, pouco familiarizados com os valores associados à ciência ocidental, foram instigados a confrontar as diferentes culturas o que resultou em debates sobre as relações entre as diferentes formas de ver e explicar o mundo, delimitação de ciência, validação de resultados, entre outros, fomentando assim um diálogo intercultural na sala de aula.

Diante disso constatasse que, em relação ao uso, são encontrados como subsídio para (re)pensar o processo de análise, escolha e da própria utilização de LD, principalmente trabalhos que envolvem respostas de professores e alunos a questionários sobre a utilização do LD. Esses resultados apresentam aspectos importantes, conforme exposto anteriormente, no entanto, diante dos diagnósticos que mostram as dificuldades em tornar o LD um recurso mais efetivo é imprescindível que a pesquisa passe a propor e testar formas de alterar esse quadro.

### **1.3.2. Publicações sobre análise e escolha do LD**

Dos 11 trabalhos relacionados à análise e escolha de LD, 10 têm como foco pesquisa sobre os critérios de escolha dos professores. Chama a atenção o fato de que estas pesquisas em sua maioria se utilizam de questionários e entrevistas com professores, cujo foco é diagnosticar como vem sendo realizada a escolha do LD pelos docentes.

Os principais objetivos propostos nos trabalhos são investigar ou identificar os critérios utilizados pelos professores durante a escolha de LD (Miranda; Martins, 2007; Lima; Silva, 2010; Zambon; Terrazzan, 2012), investigar a forma como ocorre a escolha dos LD (Barcelos & Martins, 2011; Tatara & Lisovski, 2011; Zambon *et al.*, 2011; Rosa, 2013), avaliar influência de aspectos culturais na escolha de LD (Souza; Garcia, 2013; Martins; Garcia, 2014, 2015) e os sentidos atribuídos pelos professores aos LD no contexto da escolha (Cassab; Martins, 2008).

Quanto aos resultados, os principais critérios de escolha elencados nas investigações apontam para uma diversidade de elementos, conforme os dados do Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios de professores para escolha do LD

<b>Principais critérios mencionados/adotados por professores para escolha de LD</b>	<b>Referências</b>
“linguagem” ou “aspectos visuais” “acuidade conceitual” “estimulo ao desenvolvimento do pensamento científico” ou “indicação de experiências pertinentes ao contexto escolar”	Cassab & Martins (2008)
abordagem (conteúdo, contextualização, textos); autor; linguagem clara; diagramação (encadernação, visual); exercícios (quantidade e qualidade); orientações oficiais (PCN e CBC).	Lima & Silva (2010)
linguagem dos textos exercícios. atividades experimentais autores do livro presença de questões do ENEM abordagem que privilegia a contextualização qualidade das ilustrações presença de questões de vestibulares propostas de questões investigativas	Miranda & Martins (2007)
análise do conteúdo, linguagem e tipo de atividades dos LD; qualidade, coerência e nível do aluno; consistência, metodologia, figuras; nível dos exercícios; adequação ao Programa da escola.	Barcelos & Martins (2011)
sequência de conteúdos conceituais da área disciplinar física correspondência com a proposta da escola utilização do livro pelo aluno organização e abordagem adotada	Zambon <i>et al.</i> (2011)

Há uma grande variedade de critérios apontados na escolha do LD o que demonstra que não há consenso dos profissionais e também que muitas vezes esses resultados nos dizem pouco sobre o que realmente os professores consideram sobre

cada um desses critérios. Porém, na busca de aperfeiçoar o processo de escolha do LD por professores, é fundamental que esses aspectos sejam esclarecidos, contribuindo para a compreensão e construção de ações que auxiliem os professores nessa tarefa.

Alguns desses esclarecimentos já parecem emergir nas investigações. Martins & Garcia (2014), por exemplo, constataam que:

...os professores de Física, ao escolherem seus livros didáticos, realizam uma ponderação complexa entre a cultura escolar, a produção cultural e o mercado, e, portanto, a escolha dos livros didáticos de Física não se encerra em um determinado momento, de maneira pontual e isolada, desenvolvendo-se através de um processo complexo de produção de sentidos e significados, articulado com as características dos contextos culturais, econômicos e sociais em que estes se inserem. (MARTINS & GARCIA, 2014, p.1).

Além dessas complexas articulações realizadas durante a escolha, Souza & Garcia (2013) ainda apontam que a bagagem cultural, profissional e pessoal dos docentes e a cultura do local são elementos que influenciam fortemente na escolha e uso do livro. Nesse sentido, Zambon e Terrazzan (2012) apontam que os professores se baseiam, sobretudo, em sua experiência docente em sala de aula para definir os critérios de escolha de LD e que estes se distanciam dos critérios propostos pelo PNLD.

A pluralidade de sentidos nos critérios de seleção é um aspecto importante a ser considerado sobre a escolha do LD. Cassab & Martins (2008) exploram essa ideia apontando que “são plurais os sentidos atribuídos a um mesmo critério de seleção do material didático, assim como para diferentes critérios, entrelaçando-se nos processos de significação diversas imagens de aluno e ensino” (CASSAB & MARTINS, 2008, p.1). Nesse sentido, as autoras apresentam uma série de exemplos que evidenciam essas articulações mediante as visões de aluno e ensino discutidas por professores no contexto de escolha do LD. Por exemplo a imagem de aluno mau leitor, desinteressado e permeável a apelos visuais norteia a escolha de um livro que apresente um forte apelo gráfico. Nas palavras das autoras:

O aluno é o não leitor, que geralmente demonstra pouco interesse pelo conhecimento escolar. Entende-se que o texto escrito está distante do aluno, é desinteressante e complicado, cabendo, assim, aos aspectos visuais

auxiliarem o professor na superação ou tentativa de encobrimento destas características dos textos didáticos. (CASSAB & MARTINS, 2008, p. 16)

Como se percebe há uma série de publicações que procuram delinear a situação da escolha dos LD, no entanto, apenas uma das 12 publicações relacionadas à análise e escolha de LD apresenta um caráter mais propositivo em relação a esses processos. Bottechia *et al.* (2011) apresentam os resultados de análises realizadas por professores da rede pública de educação básica do Distrito Federal que participavam de um grupo de pesquisa. As análises centraram-se em atividades experimentais onde, segundo os autores:

[...] o grupo realizou experimentos, discutiu as alterações anotadas e efeitos observados, teceu considerações sobre o uso destes experimentos para contribuir com uma educação científica a partir de uma cultura química, presente nos símbolos, linguagem e conteúdos.” (BOTTECHIA *et al.*, 2011, p. 6)

Os pareceres do grupo compuseram a análise dos LD apresentada e construída por professores da educação básica, que realizaram a avaliação levando em conta a realidade local juntamente com pressupostos teóricos e políticos, trazendo ao nível explícito algumas tensões que vivem estes profissionais, como a preocupação em formar leitores críticos e dar conta de exames de admissão ao Ensino Superior, entre outros. Com isso, destaca-se a realização dos experimentos, bem como a reflexão sobre os experimentos propostos no LD por parte dos docentes, que lhes permitiu olhar com detalhe para este tipo de atividade. De fato, uma das considerações dos autores foi que as atividades realizadas contribuiriam “para revitalizar o uso de experimentos nas aulas de Química” (Bottechia *et al.*, 2011, p. 11), mediante a oportunidade de troca de vivências e experiências ao analisar os LD de química. Trata-se de uma proposta importante que permite ao professor não um simples olhar para o LD, mas vivenciar a dimensão experimental no contexto educacional e, paralelamente, avaliar como se apresenta nos LD.

Os resultados mostram que as publicações que envolvem a análise e escolha de LD ainda se concentram, em grande parte, em diagnosticar a situação da escolha dos LD, em especial, explorar as ideias e práticas dos professores por meio de questionários e entrevistas. Esse tipo de pesquisa também predominou nas

publicações relativas ao uso do LD, ainda que houvesse trabalhos investigando as ideias do alunos sobre o LD.

Em relação ao processo de escolha do LD, os resultados apresentam contribuições importantes como os levantamentos dos critérios utilizados pelos professores, além da comparação destes com os utilizados no PNLD, que demonstra um descompasso entre a política do estado e a realidade dos professores. Além disso, as investigações sobre diferentes significados para estes critérios e a influência dos fatores culturais podem subsidiar uma maior reflexão sobre este processo.

Diante dos resultados apresentados percebe-se que, em relação à escolha e uso de LD, ainda predominam pesquisas do tipo diagnóstico. O baixo número de propostas efetivas de investigações sobre práticas formativas relacionadas aos processos de análise, escolha e uso de LD pode ser associado a certo descompasso entre a pesquisa e a prática educacional, já diagnosticada na área de pesquisa em ensino e educação.

Isso aponta que, no mínimo, as proposições que investigam as soluções ainda andam devagar. Há poucos trabalhos nos quais se analisam propostas de intervenção de escolhas de LD. Aparentemente, no presente momento, essa parte importante das publicações da área de ensino, composta por periódicos e eventos, está interessada em identificar os critérios utilizados pelos professores da educação básica para, possivelmente então, problematizá-los em processos formativos.

#### 1.4. AS PUBLICAÇÕES DA ÁREA E SUAS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES

O levantamento apresentado ocorreu a partir do período de efetiva distribuição de LD para a disciplina de Física no âmbito do PNLD e buscou explorar as publicações por dois ângulos: de um lado, traçando um panorama a respeito das mesmas e, por outro lado, identificando e caracterizando o potencial de contribuições que estes trabalhos apresentam no sentido de aperfeiçoar o processo de análise e escolha dos LD pelos professores da educação básica no país.

Pode-se concluir que as publicações que envolvem LD centram-se em aspectos conceituais que somam mais da metade do total dos artigos sobre LD no período analisado, o que corrobora outras publicações apontadas anteriormente.

Pesquisas sobre aspectos conceituais têm importância pois, ao final das contas, os LD se constituem em uma base conceitual muito importante para o trabalho em salas de aula de ciências, tanto para professores quanto para alunos. Em algumas regiões do país, o LD é a única referência científica. Assim, apesar da consciência da necessidade da análise de vários outros aspectos como as questões de imagens, de raça e gênero e de visões de ciência, entre outros, ainda são os conteúdos científicos específicos e conceituais que fazem do livro peça importante no processo educacional.

O que se apresenta aqui é, além do mapeamento dessas publicações, justamente uma discussão sobre aspectos dessas pesquisas que podem servir para subsidiar processos formativos que visem modificar o processo de análise e escolha de LD por professores de educação básica e, com isso, sua relação com o mesmo.

As publicações relacionadas à escolha e uso do LD representaram 10% do total que discutem esse tema desde a efetiva distribuição de LD para o EM. Mediante a análise dessas publicações constatou-se a predominância de entrevistas e questionários evidenciando que, apesar do significativo número de pesquisas sobre LD, ainda é baixo o número de propostas que utilizem os resultados já obtidos para propor soluções a problemas que vêm sendo diagnosticados. Ou seja, há pesquisas apontando as dificuldades dos professores na análise, escolha e uso do LD, ao mesmo tempo há diversos trabalhos que avaliam aspectos conceituais e metodológicos no LD. Agora parece ser o momento de unir esses resultados e buscar formas de aperfeiçoar o processo de análise e escolha de LD procurando aproximar as investigações do trabalho dos professores de forma a construir soluções, não apenas para os processos de escolha uso e relações com o LD, mas com os mais diversos materiais didáticos.





## **2. UM NOVO OLHAR PARA OS LD**

Diante do quadro atual, exposto anteriormente, onde a cada três anos o professor tem como tarefa a análise e escolha de livros didáticos, se torna imprescindível que esse tema seja trabalhado ao longo dos cursos de graduação. Conforme Leite (2012) esses têm em seus professores a “intenção de proporcionar condições para a formação de intelectuais críticos e transformadores, conforme a acepção de Giroux (1997)”, mas que na prática tem apresentado problemas conforme vêm apontando pesquisas da área (Loguercio, Samrsla, Del Pino, 2001; Cassiano, 2003; Cassab e Martins, 2008; Bisognin, 2010; Lima e Silva, 2010; Zambon, 2012; Boton, 2014).

O que se percebe é que a formação parece não apresentar a influência esperada nos processos de análise e escolha dos LD para alterar o quadro de dificuldade que os professores enfrentam nesse processo como têm relatado as publicações sobre o assunto nos últimos anos. Sendo assim, apresentam-se aqui os resultados da implementação de uma proposta didática para análise de LD por alunos de Licenciatura em Física que visa contribuir para elevar a qualidade das análises de LD realizadas por futuros professores da educação básica.

### **2.1. UMA ESTRUTURA PARA ANÁLISE DE LD**

Para Gerard e Roegiers (1998) a avaliação de manuais escolares se dá mediante algumas etapas: definição de objetivos, determinação de critérios de análise, determinação de uma estratégia para a coleta de dados e por fim coleta dos dados e redação das conclusões.

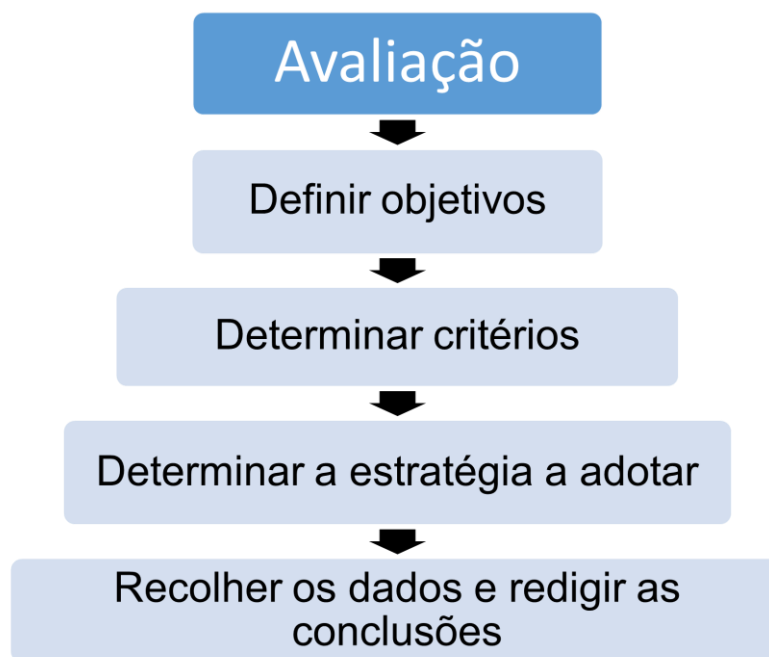


Figura 1 – Esquema das etapas de avaliação aqui organizado a partir de texto de Gerard e Roegiers (1998).

Conforme os autores, para realizar uma avaliação é necessário se perguntar qual poderia ser a decisão tomada ao final da avaliação. Segundo eles, é necessário definir um objetivo antes de determinar critérios de avaliação e pode-se distinguir essencialmente três decisões a serem tomadas ao final da avaliação: Aprovar ou não, selecionar um em vários (ambas avaliações de certificação) ou propor melhorias (avaliação de regulação).

Para o caso brasileiro, as avaliações que devem ser realizadas pelo professor limitam-se a escolher um exemplar em vários disponibilizados e previamente avaliados por uma comissão de especialistas que criam também os critérios de avaliação. Sendo assim, outros possíveis objetivos como aprovar ou não, ou solicitar ajustes não tem feito parte das tarefas cabíveis a professores de educação básica.

Com isso, o trabalho aqui apresentado incorporou a perspectiva de análise por dimensões a estas etapas, configurando-se como no esquema apresentado na Figura 2.

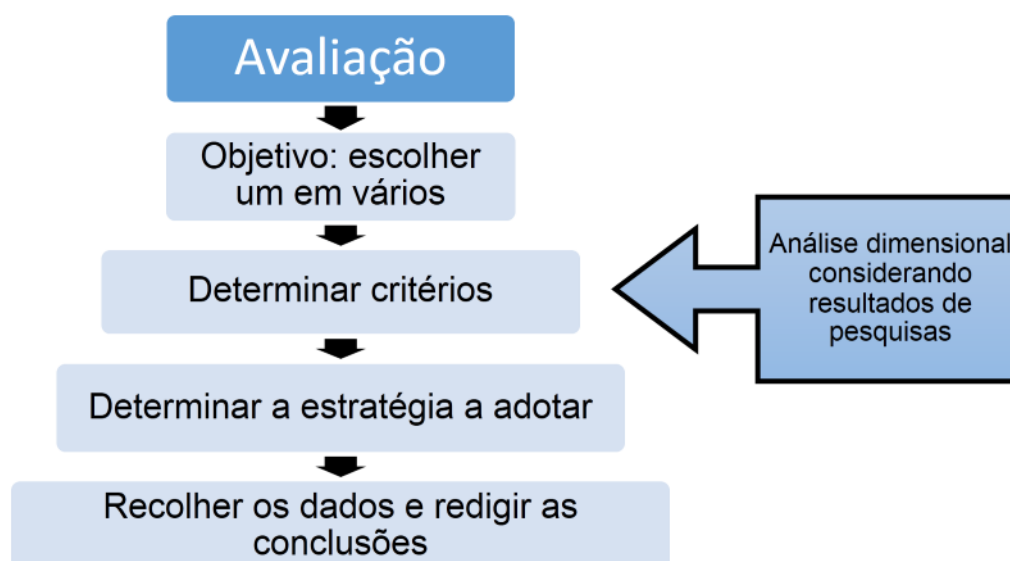


Figura 2 – Esquema das etapas de avaliação com a incorporação da análise por dimensões.

Para a efetivação dessa proposta de análise foi construída, implementada e analisada uma proposta didática junto a alunos em formação inicial em um curso de Licenciatura em Física. Os aspectos mais específicos da proposta, bem como o contexto da implementação são descritos adiante.

## 2.2. AS DIMENSÕES DA CIÊNCIA NO LD

Apresentamos aqui uma proposta que incorpora a esse processo a análise de diferentes dimensões que compõem a ciência. A ideia não é chegar a algum tipo de planilha ou grade definitiva, mas trabalhar com uma perspectiva flexível que permita ao avaliador incorporar em sua análise diferentes aspectos em consonância com o que apontam resultados de pesquisas na área de ensino.

A consideração de diferentes dimensões da ciência para análise de LD pode permitir que paralelamente ao processo de definir as dimensões de análise, o avaliador seja instigado a refletir sobre a ciência. Transformando a avaliação do LD em exercício de reflexão e revisão sobre a própria visão do avaliador sobre a ciência e seu ensino.

Nessa perspectiva, Portela (2006) e Coimbra (2007) apresentam a necessidade de se ensinar a ciência, como um processo de apropriação de uma cultura, a cultura científica. Segundo Portela (2006) a necessidade de se ensinar ciências se dá em função de dois aspectos os cognitivos e os culturais. Para o autor a necessidade de

aprender ciências vai além das relações cognitivas adquiridas no processo de aquisição do conhecimento científico, que levam o indivíduo a superar uma concepção concreta da realidade e passar a interpretá-la a partir da modelização, sem necessariamente utilizar uma base concreta. Para ele a apropriação da ciência enquanto cultura também seria um dos motivos de se aprender ciências:

[...] se configura como um dos motivos de se aprender a ciência na medida que o conhecimento científico, como as outras produções intelectuais, foi produzido ao longo da história e, portanto, representa conhecimento acumulado por gerações anteriores, e que grande influência exerce nas atuais e exercerá nas futuras. (PORTELA, 2006, p.34)

Assim, apropriar-se dessa cultura consiste em conhecer as práticas, ideias e linguagem próprios desse empreendimento, constituído mediante um complexo processo ao longo da história, com vista a sua participação em um mundo cada vez mais permeado por inovações científico-tecnológicas como o que vivemos hoje. Para Coimbra (2007) a cultura científica “[...]surge como ingrediente essencial na formação da cidadania e, portanto, no enfrentamento de um mundo cada vez mais permeado de objetos tecnocientíficos.” (COIMBRA, 2007, p.13).

Essa perspectiva se aproxima com o que preconizam Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (Brasil, 2013):

Tendo em vista que a função precípua da educação, de um modo geral, e do Ensino Médio – última etapa da Educação Básica – em particular, vai além da formação profissional, e atinge a construção da cidadania, é preciso oferecer aos nossos jovens novas perspectivas culturais para que possam expandir seus horizontes e dotá-los de autonomia intelectual, assegurando-lhes o acesso ao conhecimento historicamente acumulado e à produção coletiva de novos conhecimentos, sem perder de vista que a educação também é, em grande medida, uma chave para o exercício dos demais direitos sociais. (Ibid., 2013 p. 145)

As diretrizes trazem trabalho, ciência, tecnologia e cultura como dimensões da formação humana e os coloca como base da proposta de desenvolvimento curricular no ensino médio (Brasil, 2013). E coloca a ciência como indissociável dessas dimensões de modo que o contexto escolar deve se inserir no diálogo permanente com a “necessidade de compreensão de que estes campos não se produzem independentemente da sociedade, e possuem a marca da sua condição histórico-cultural.” (Ibid., 2013, p.162). Assim, uma formação integral não somente possibilita o acesso a conhecimentos científicos mas também

[...] promove a reflexão crítica sobre os padrões culturais que se constituem normas de conduta de um grupo social, assim como a apropriação de referências e tendências que se manifestam em tempos e espaços históricos, os quais expressam concepções, problemas, crises e potenciais de uma sociedade, que se vê traduzida e/ou questionada nas suas manifestações.” (BRASIL, 2013, p.162)

### A ciência é apresentada como sendo

[...] conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade, se expressa na forma de conceitos representativos das relações de forças determinadas e apreendidas da realidade. O conhecimento de uma seção da realidade concreta ou a realidade concreta tematizada constitui os campos da ciência, que são as disciplinas científicas. Conhecimentos assim produzidos e legitimados socialmente ao longo da história são resultados de um processo empreendido pela humanidade na busca da compreensão e transformação dos fenômenos naturais e sociais. Nesse sentido, a ciência conforma conceitos e métodos cuja objetividade permite a transmissão para diferentes gerações, ao mesmo tempo em que podem ser questionados e superados historicamente, no movimento permanente de construção de novos conhecimentos.” (Ibid., 2013, p.161-162)

Esse movimento permanente deve ser empreendido também na interpretação que os responsáveis pela educação científica têm da própria ciência. Uma das formas com que isso pode ser efetivado é com a reflexão em torno de diferentes aspectos que se relacionam à ciência, aqui chamados de dimensões. E é no interior da cultura científica que se pode identificar diferentes dimensões relacionadas à ciência. Não há uma única maneira de interpretar essas dimensões, no entanto alguns trabalhos que tem procurado trabalhar nessa perspectiva (Portela, 2006; Coimbra, 2007; Lanzillotta; Kandel, 2014; Rodrigues, 2015). Em especial, Coimbra (2007) e Lanzillotta; Kandel (2014) utilizam-se de dimensões para análises de LD.

Conforme Lanzillotta; Kandel (2014) as análises de LD no campo da Didática das Ciências durante muito tempo se preocuparam com os conteúdos, analisando aspectos como a estrutura sintática (conceitos presentes, sequência, etc.), a estrutura semântica (compreensão do texto, argumentações utilizadas, etc.), o conteúdo simbólico (ilustrações), tipos de atividades apresentadas, evoluções e variações temporais. Com o tempo, segundo as autoras, as análises foram se redirecionando para o papel dos alunos na aprendizagem de ciências, com o reconhecimento da importância das concepções alternativas e processos cognitivos e metacognitivos envolvidos com a aprendizagem, incluindo aí estudos sobre o conteúdo apresentado, as habilidades cognitivas que se exige dos alunos, a função retórica da narração, o

tipo de perguntas, as explicações e o uso de termos científicos, entre outros. Com isso, as autoras propõem, mediante uma abordagem múltipla, contemplar esses diversos aspectos para analisar a natureza da ciência nos LD. Para tanto propõem a análise em três dimensões: epistemológica, retórica e didática.

Para formalizar a análise Lanzillotta; Kandel (2014) adotam categorias para cada uma das dimensões. Para a dimensão epistemológica são adotadas as categorias: empirismo radical, empirismo moderado, racionalismo e relativismo. Para a dimensão retórica foram adotadas as categorias: retórica apodítica, retórica magistral e retórica de dúvida. Já para a dimensão didática foram adotadas as categorias: tradicional, aprendizagem por descobrimento, mudança conceitual por conflito, investigação dirigida e expositiva.

Após a análise utilizando as dimensões propostas as autoras (Ibid., 2014) concluem que nenhum dos LD trabalha com os principais aspectos da natureza da ciência e seus critérios de ensino. No entanto, as autoras não mencionam uma avaliação sobre o instrumento apresentado e utilizado nas análises e suas possibilidades e limitações.

Coimbra (2007) também faz uso de uma análise por dimensões em LD. A autora propõe uma investigação em termos de duas vertentes, uma pedagógica e uma epistemológica visando verificar o papel do LD na formação de uma cultura científica no ensino médio. Para a vertente pedagógica, aponta duas categorias de análise: protagonismo discente e dialogicidade. Já para a vertente epistemológica, define como categorias de análise as dimensões experimental, histórica e relações ciência e tecnologia.

Realizada a análise das seis coleções de Física aprovadas no PNLD 2009, a autora constata a inadequação dos livros em relação a busca da formação da cultura científica no ensino médio, indicando que as categorias criadas podem servir para que professores incorporem aspectos “normalmente ausentes nas abordagens usuais” (COIMBRA, 2007, p.141).

Em virtude dos resultados apresentados acredita-se que esse tipo de análise poderia fazer parte de uma estratégia a ser apresentada na formação inicial de professores visando contribuir para que os licenciandos possam vivenciar um processo diferenciado e inovador de análise de LD.

Percebe-se que nos trabalhos apresentados há parte das dimensões de análise relacionadas diretamente à ciência e parte relacionadas à aspectos de ensino e

aprendizagem das ciências. Com isso, para a presente proposta seguir-se-á essa estrutura. No entanto, aqui parte-se de dimensões constitutivas da ciência e as questões relacionadas ao seu ensino são abordadas a partir dessas dimensões.

Sendo assim, definimos arbitrariamente como dimensões de análise uma histórico filosófica, uma experimental e uma tecnológica. Cabe ressaltar que se poderiam definir outras tantas dimensões, como por exemplo, ambiental, matemática ou social, no entanto a ideia não é contemplar todas ao mesmo tempo, mas procurar ampliar a visão sobre a ciência percebendo que há diferentes pontos de vista e enfoques que podem ser considerados em relação ao empreendimento científico e se utilizem desses para a análise de materiais e proposições didáticas para o ensino.

Com isso, a ideia é promover uma metodologia dinâmica onde as dimensões possam se alternar conforme a interpretação do professor em determinado momento e circunstância, mas que se traduza em uma reflexão a respeito de sua visão sobre a ciência e seu ensino.

A seguir são apresentados os pressupostos teóricos adotados para as diferentes dimensões definidas para a presente investigação.

### **2.2.1. A dimensão histórico filosófica em LD**

A importância da consideração de aspectos históricos e filosóficos no ensino científico encontra grande respaldo entre os pesquisadores da área e cada vez mais vem fazendo parte das normativas oficiais para educação no país (Schirmer, 2012). No campo da pesquisa em ensino de ciências têm ocupado um papel importante tanto em eventos, mesas redondas e seções de trabalhos específicas, quanto em periódicos da área (Martins, 2007).

Muitos pesquisadores, interessados na área de educação científica, têm defendido a ideia de promover um ensino de ciências mais efetivo, que promova, além do ensino da ciência, um ensino sobre a ciência (Matthews, 1995; Vannucchi, 1996; Cachapuz, et al., 2001; Martins, 2006; Schirmer, 2012). Essa abordagem concomitante de trabalhar de e sobre ciências em sala de aula, certamente não resolve todos os problemas da educação científica, como bem observa Martins (2006). Mas pode auxiliar em diversos aspectos, como aponta Matthews (1995):



[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.” (MATTHEWS, 1995, p.165).

Apesar da relevância desses aspectos, os mesmos ainda parecem distantes da realidade de sala de aula (Schirmer, 2012). O que se percebe é que muitas vezes o ensino científico pode acabar transmitindo algumas visões distorcidas sobre a ciência. Muito se tem discutido a respeito de possíveis visões adequadas (McComas; Almazroa; Clough, 1998; Gil-Pérez et al., 2001) ou inadequadas (Lederman, 1992; Gil-Pérez et al., 2001; Fernández et al., 2002) a serem observadas na educação científica.

Gil-Pérez et al (2001), por exemplo, apresentam algumas visões inadequadas e também visões consideradas essenciais associadas ao trabalho científico, a partir de uma pesquisa com professores sobre visões de ciência e de um levantamento das principais deformações da ciência apresentados na literatura. Das principais visões deformadas e recorrente no ensino, Gil-Pérez et al (2001) elencam:

1. *Visão empírico-indutivista e ateórica*: esquece o papel essencial das hipóteses e da construção de um corpo coerente de conhecimentos (teoria), destacando o papel neutro da observação e da experimentação.
2. *Visão rígida*: apresenta o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, transmitindo uma visão rígida, algorítmica, exata, infalível.
3. *Visão aproblemática e ahistórica*: transmite apenas os produtos da ciência, sem mostrar quais foram os problemas que geraram sua construção, sua evolução, suas dificuldades, etc. Omitindo também as limitações dos conhecimentos atuais e as perspectivas abertas.
4. *Visão exclusivamente analítica*: destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador. Entretanto, não menciona os esforços posteriores de unificação ampliação dos conhecimentos mediante relações entre diferentes campos.

5. *Visão acumulativa, linear*: os conhecimentos aparecem como fruto de um crescimento linear e cumulativo, ignorando o complexo processo que envolve o empreendimento científico.

6. *Visão individualista e elitista*: Os conhecimentos científicos são associados a obras de gênios isolados, deixando de lado o papel do trabalho coletivo e cooperativo. Ignora-se assim que resultados obtidos individualmente não podem confirmar ou refutar teorias.

7. *Visão socialmente neutra*: esquece as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, livrando os cientistas da tarefa de fazer escolhas.

Já em relação ao que os autores identificam como consensual entre pesquisadores sobre a essência do trabalho científico, pode-se destacar:

1. A apresentação de uma ideia adequada de método científico como uma série de processos essenciais à atividade científica, que validem aquele conhecimento e faça-o ser reconhecido como conhecimento científico.
2. O conhecimento científico como fruto de problemas, que para serem primeiramente observados, em geral partem de alguma teoria anterior à observação. Ou seja, uma visão mais adequada nesse sentido discute a relação entre teoria e prática como uma relação complexa na construção do conhecimento.
3. O fundamental papel da formulação de hipóteses que serão utilizadas para resolver os problemas de interesse. Tais hipóteses não constituem certezas a priori, mas são tentativas de resposta a um problema que, em grande medida, se sustentam nos conhecimentos já estabelecidos e serão submetidas a testes tão rigorosos quanto possível visando sua aceitação ou não, em determinada conjectura. Sendo assim, a partir das hipóteses é que se dá a coleta de dados e, em geral, não o contrário.
4. A ciência como um processo não apenas analítico, onde se dividem os campos de estudo que procuram resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações. Mas também a necessidade de que estes resultados particulares sejam coerentes com construções já realizadas em outros âmbitos de forma a apresentar uma coerência com o conhecimento vigente. Sendo assim, não é um único experimento que refuta ou comprova uma hipótese.

5. A compreensão do carácter social do desenvolvimento científico, que se constitui em uma atividade coletiva, e relativamente autônoma, que é influenciada pela estrutura na qual se insere (financiamentos, organizações administrativas, linhas de pesquisa, entre outros) e que influencia seu meio social.

Diante dessas considerações apontadas na literatura da área, as políticas educacionais e os documentos oficiais têm incorporado essa perspectiva tanto para o Ensino Médio quanto para a Educação Superior no Brasil. No Ensino Superior (ES) as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Ciências Biológicas, Física e Química (Brasil, 2002a, 2002b e 2002c), sinalizam a necessidade de os profissionais dessas áreas compreenderem a Ciência como um processo histórico de construção de conhecimento. Já as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (Brasil, 2015) preveem, além dos conhecimentos específicos de cada disciplina, que os futuros profissionais tenham, em um núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos, a oportunidade de aplicação de diferentes conhecimentos.

Art. 12. Os cursos de formação inicial, respeitadas a diversidade nacional e a autonomia pedagógica das instituições, constituir-se-ão dos seguintes núcleos: [...]II - núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos, priorizadas pelo projeto pedagógico das instituições, em sintonia com os sistemas de ensino, que, atendendo às demandas sociais, oportunizará, entre outras possibilidades:[...]d) Aplicação ao campo da educação de contribuições e conhecimentos, como o pedagógico, o filosófico, o histórico, o antropológico, o ambiental-ecológico, o psicológico, o linguístico, o sociológico, o político, o econômico, o cultural; (BRASIL, 2015, p.10, grifo nosso)

Para a educação básica, a Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 já observa que o currículo do EM deve destacar a compreensão do processo histórico de transformação da sociedade e da cultura (Brasil, 1996):

Art. 36. O currículo do ensino médio observará o disposto na Seção I deste Capítulo e as seguintes diretrizes:I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; **o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura**; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania; (BRASIL, 1996, grifo nosso)

Perspectivas mais específicas são apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) que sinalizam a necessidade de contextualização sociocultural no Ensino de Ciências (Brasil, 2002). A Matriz Curricular do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), também coloca como competência para Ciências da Natureza e suas Tecnologias a compreensão das ciências como construções humanas e aponta a necessidade da compreensão de seu papel nos processos de desenvolvimento econômico e social (Brasil, 2009):

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. (BRASIL, 2009).

Mais recentemente, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (Brasil, 2013), como já mencionado, também definem a ciência como um “conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade” (BRASIL, 2013, p. 161).

Compreender o papel da ciência nos processos históricos de transformação social e cultural não é uma construção rápida e deve ser dada ao longo de toda a escolarização, permitindo também a continuidade dessas reflexões para além da educação formal. Com isso, é importante que os professores, e no caso específico em questão, os futuros professores sejam inseridos nesse processo de reflexão como forma de consolidar a dimensão histórica e filosófica como uma componente intrínseca ao ensino de ciências.

Com isso, na construção da proposta de análise da dimensão histórico filosófica nos LD, buscou-se incorporar o que aponta a literatura da área, de forma a propor, além de uma análise de LD, uma reflexão sobre esse assunto no processo de formação dos licenciandos. Para tanto, foi proposto um trabalho que envolvesse um olhar para o LD a partir das visões de ciência que vêm sendo discutidas em pesquisas da área de ensino de ciências. Nesse sentido foi proposto um conjunto de atividades relacionadas a esses aspectos que serão discutidas no próximo capítulo.

### 2.2.2. A dimensão experimental em LD

A experimentação é uma dimensão intrínseca à ciência para qualquer teoria epistemológica adotada para a descrição da ciência. A dimensão experimental compõe uma das principais componentes do empreendimento científico que se diferencia de outras formas do conhecimento justamente pela sua capacidade de testar hipóteses empiricamente e construir argumentos racionais sobre os dados obtidos. Sendo assim, a experimentação tem um papel fundamental tanto para a ciência na produção de conhecimento novo, quanto para seu ensino, onde se pretende difundir os conhecimentos já estabelecidos.

No ensino, a experimentação pode contribuir tanto para um entendimento da ciência quanto sobre a ciência. Por um lado, a experimentação representa uma das melhores formas de se trabalhar alguns conteúdos específicos das ciências, sejam de ordem conceitual, procedimental ou atitudinal. É através da capacidade de propor hipóteses e buscar a solução de problemas que os estudantes poderão tomar contato com habilidades relativas à ciência como verificar a relação entre grandezas físicas, coletar, organizar e avaliar dados ou decidir qual é o melhor método para a análise de um conjunto de dados. Por outro lado, compreender a experimentação como uma dimensão indissociável à ciência pode colocar os estudantes em contato com a natureza do empreendimento científico e sua importância para a humanidade.

No entanto, esse papel central associado à experimentação na educação científica nem sempre é contemplado no processo educacional, tornando o ensino científico um tanto quanto incompleto, deixando de lado uma componente fundamental e uma das partes mais interessantes e instigantes da ciência.

Carvalho (2010) escreve que as práticas experimentais estão presentes no ensino da Física desde do século XIX e podem ser designadas por uma série de termos como “aulas práticas”, “aulas de laboratório” ou “laboratório escolar” (CARVALHO, 2010, p.53). No entanto, segundo a autora, apesar desses quase 200 anos nos currículos escolares e da vasta gama de variações possíveis para possíveis planejamentos, os professores ainda não têm familiaridade com essa atividade, o que se traduz em aulas pouco reflexivas:

[...] aulas extremamente estruturadas com guias do tipo “receita de cozinha”. Nessas aulas, os alunos seguem planos de trabalho previamente elaborados, entrando nos laboratórios somente para seguir os passos do guia, onde o trabalho do grupo de alunos se caracteriza pela divisão de tarefas e muito pouco pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado” (CARVALHO, 2010, p.54)

Para Hodson (1994) as atividades experimentais dificilmente exploram completamente seu potencial e grande parte das atividades práticas que oferecemos aos alunos estão mal concebidas, são confusas e carecem de valor educativo.

Por outro lado, as pesquisas e concepções sobre o laboratório escolar foram se modificando ao longo do tempo. Com a tradução do Physical Science Study Committe (PSSC)<sup>4</sup> para o português na década de 1960 há uma mudança importante nos rumos do trabalho experimental no Brasil. O projeto traz consigo uma perspectiva mais investigativa mediante o desenvolvimento de problemas experimentais (Carvalho, 2010).

Conforme Alves Filho (2000) o PSSC foi tão importante a nível internacional que se poderia dividir o ensino de Física em “antes e depois” do PSSC. Para o autor o projeto desencadeou o movimento de renovação que se estendeu a Europa e aos demais continentes como Ásia, América do Sul e África. Segundo o autor o projeto apresenta “discussões e atividades dos alunos em classe, visão moderna do conteúdo ministrado e um laboratório didático participativo” (Ibid., 2000, p.31), que o faz permanecer na “história do ensino da Física como uma das maiores fontes de inspiração de inovações e investigações para o ensino de Física.” (Ibid., 2000, p.30-31).

Além do PSSC a Universidade de Harvard, apresenta outra proposta curricular através de um projeto intitulado “Project Physics Course” (mais conhecido no Brasil como Projeto Harvard) elaborado a partir de 1963. Na Inglaterra, esse movimento se concretiza através do projeto “Nuffield Physics” elaborado em 1962 (Ibid., 2000). No entanto, para o autor esses dois projetos não tiveram grandes repercussões no Brasil

---

<sup>4</sup> O PSSC é um projeto norte americano que, segundo Moreira (2000), foi iniciado no Massachusetts Institute of Technology (M. I. T.) em 1956 cuja primeira publicação se deu em 1960 e trata de uma renovação no currículo de Física para o Ensino Médio. Esse movimento surge da insatisfação, principalmente dos físicos, com o ensino de física nas escolas secundárias, principalmente em um momento histórico em que o conhecimento científico era peça chave na corrida espacial entre estados Unidos e União Soviética.

ficando restritos ao conhecimento de alguns grupos com interesse em ensino de Física e algumas bibliotecas.

Segundo o mesmo autor os grandes projetos internacionais apesar de suas diferenças, tem em comum o fato de romper com a passividade do aluno e buscar transformá-lo em um pequeno cientista, onde aprenderia ciências comportando-se como um cientista. Para o laboratório, segundo o autor, esses projetos proporcionam uma transformação:

De um laboratório tradicional, onde predomina a atuação do professor apresentando demonstrações ou experimentos-padrão, com predominância de objetivos comprobatórios, o laboratório se torna um “espaço didático” mais ligado ao processo de ensino. O material experimental torna-se mais “leve”, isto é, de domínio de construção e manuseio por parte do aluno. Quanto à execução, esta é quase que totalmente transferida para os alunos. São eles os responsáveis pela montagem, coleta dos dados e discussão dos resultados. O eixo de trabalho é completamente oposto ao do laboratório tradicional, pois a passividade do aluno é substituída por sua interação direta com o equipamento. (PINHO ALVES, 2000, p.43)

Esse deslocamento das tarefas, de uma demonstração do professor a execução exclusiva dos alunos representa uma grande mudança para o laboratório escolar.

No entanto, conforme Borges (2002), apesar do destaque que estes e outros projetos<sup>5</sup> de ensino deram ao laboratório, o papel deste no ensino de ciências estava longe de ser claro para o professor. Para o autor o que impulsiona a grande popularização do ensino prático é a ideia de que “qualquer que seja o método de ensino-aprendizagem escolhido, deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade” (BORGES, 2002, p.294). No entanto, o autor adverte que não é a manipulação direta que proporciona uma melhor aprendizagem em todos os casos, mas sim o envolvimento do estudante com problemas colocados em atividades que podem até ser de pensamento.

Para Alves Filho (2000), a partir dos anos 80 as investigações em ensino passam a ser orientadas pelo paradigma construtivista e estudos sobre concepções alternativas, mudança conceitual e resolução de problemas passaram então a orientar as investigações. A partir daí, uma das ideias que adquire muita adesão é pensar

---

<sup>5</sup> Podemos destacar Projeto Piloto da UNESCO e os projetos brasileiros como o Física Auto-Instrutivo (F.A.I.), o Projeto de Ensino de Física (PEF) e o Projeto Brasileiro de Ensino de Físico (PBEF).

atividades experimentais como atividades investigativas (Furió, Payá, Valdés, 2005), onde seu principal elemento é a proposição de um problema a ser resolvido pelos alunos.

Trata-se de propor situações mais abertas que permitam ao aluno não apenas executar tarefas algorítmicas mas, planejar sua resolução, resolver, discutir e comunicar seus resultados. Assim, um problema, em contraposição a um exercício tradicional, não apresenta uma solução imediata e nem um caminho único para sua solução.

Com isso, muitas pesquisas têm se preocupado em verificar o quanto as atividades experimentais proporcionam envolvimento dos alunos com as diferentes etapas que compõe esse tipo de atividade (Tamir, 1976; Tamir; Garcia Rovira, 1992; Duarte, 1999; Araújo; Abib, 2003; Mori; Curvelo, 2013). Uma proposta muito comum a estes trabalhos é a análise das propostas quanto ao nível de abertura nas diferentes etapas associadas ao trabalho experimental.

Nesse sentido, Borges (2002), apresenta uma classificação proposta por Tamir (1991 apud Borges 2002, p. 305) para classificar as atividades experimentais conforme níveis de abertura como no Quadro 2:

<b>Nível de Investigação</b>	<b>Problemas</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Conclusões</b>
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 2 – Níveis de investigação no laboratório de ciências. BORGES (2002, p.306)

Por essa classificação, o nível 0, corresponde a ao extremo de problema fechado, onde são dados o problema, os procedimentos e o que se deve observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes apenas coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, ao estudante cabe coletar os dados indicados e chegar a conclusões. No



nível 2, apenas a situação-problema é dada. Nesse caso, o estudante decide como e que dados coletar, realiza as devidas medições e obter conclusões. Já no nível 3, o nível mais aberto de investigação, o estudante deve fazer tudo, desde formular o problema até chegar às conclusões (Borges, 2002).

Os resultados de análises de atividades experimentais em LD (Garcia Rovira, 1992; Duarte, 1999; Mori; Curvelo, 2013) tem mostrado um baixo grau de abertura das proposições. Isso que demonstra a importância de uma reflexão em torno desse tipo de análise, na medida em que a formulação de hipóteses, a determinação de caminhos, métodos, formas de realização de experimentos, bem como a coleta, análise de dados e elaborações de conclusões fazem parte da atividade científica e devem fazer parte também do ensino de ciências que não pode privar o aluno de uma parte tão significativa e instigante do fazer científico.

Além do nível de abertura, existem diversos outros aspectos relativos a atividades experimentais que podem e devem ser analisados. Araújo; Abib (2003), por exemplo, realizam uma análise em periódicos de Ensino de Física, buscando caracterizar possibilidades e tendências dessas atividades nas pesquisas apresentadas nesses periódicos. Nesse trabalho, os autores propõem as categorias para análise, aqui apresentadas resumidamente:

a) *Ênfase Matemática*: classificação em Qualitativos e Quantitativos.

b) *Grau de Direcionamento*: grau de direcionamento em função de seu caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação.

c) *Uso de Novas Tecnologias*: uso de novas tecnologias, com o emprego de computadores e programas específicos para atividades práticas de laboratório ou de simulação.

d) *Cotidiano*: relação entre texto dos artigos e situações típicas encontradas do cotidiano com explicações causais para situações do dia a dia.

e) *Montagem de Equipamentos*: apresentação da montagem de determinados equipamentos, abordando detalhes devolvidos em sua confecção, e fornecendo possíveis aplicações para os mesmos (Ibid., 2003).

Essas discussões sobre as atividades experimentais podem e devem fazer parte da formação de professores visando uma maior compreensão sobre esse tipo

de atividade e sua inserção no ensino, que vem sendo preconizada nos diversos documentos legais que regulam a educação no país.

Nos PCN+, por exemplo, há uma ideia clara de que a experimentação deve estar presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento de competências em física “privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis” (BRASIL, 2000, p.84). Segundo esse documento:

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (BRASIL, 2000, p.84)

Nas DCNEM (Brasil, 2013) também há uma clara sinalização de que o ensino científico deve privilegiar o trabalho experimental do aluno como forma de efetivar a apropriação de conhecimentos científicos: “A apropriação de conhecimentos científicos se efetiva por práticas experimentais, com contextualização que relacione os conhecimentos com a vida, em oposição a metodologias pouco ou nada ativas e sem significado para os estudantes” (Ibid., 2013, p.167).

Sendo assim, é importante que os professores e futuros professores tenham conhecimento sobre as possibilidades que podem ser apresentadas para as atividades experimentais. Na escolha do LD, esse aspecto deve ser privilegiado em função da dissociabilidade entre a ciência e sua dimensão experimental. Dessa forma, na construção da proposta de análise para os LD, foram incorporadas essas observações procurando propor um olhar mais atento as propostas de atividades experimentais nas coleções analisadas.

### 2.2.3. A dimensão tecnológica em LD

Inserir discussões sobre a tecnologia associada ao ensino científico é um assunto que vem sendo amplamente abordado nas normativas oficiais para a educação básica. A LDB (Brasil, 1996) já apresentam “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996) como uma finalidade para o ensino médio no país.

Nos PCN+ a tecnologia é apresentada como elemento comum aos componentes curriculares que compõem a área de ciências da natureza e matemática.

Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma mesma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos.” (BRASIL, 2000, p.23)

Em seus conjuntos de competências para a área de ciências da Natureza e matemática, o documento traz o termo tecnologia explícito em seis das 15 competências mencionadas, uma (de um total de 6) no conjunto representação e comunicação, um (de um total de 5) no conjunto investigação e compreensão e em todas as competências (total de 4) do conjunto contextualização sociocultural, conforme mostrado no Quadro 3.

Como se pode perceber a tecnologia está amplamente contemplada nesse documento, que ainda traz semelhante distribuição nas competências específicas para o componente curricular Física.

Já as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica colocam a tecnologia como uma das dimensões da formação humana considerando-a como uma das bases da proposta de desenvolvimento curricular no Ensino Médio. O documento conceitua tecnologia “como transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada desde sua origem pelas relações sociais que a levaram a ser produzida.” (BRASIL, 2013, p.162). Assim, a partir do nascimento da ciência moderna a tecnologia poderia ser definida como mediação

entre conhecimento científico e produção, ou a apreensão e desvelamento do real e intervenção no real.

Conjunto de competências	Competências de área
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão e argumentação de temas de interesse</li> </ul> Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e <b>tecnologia</b> .
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos explicativos e representativos</li> </ul> Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou <b>tecnológicos</b> .
Contextualização sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciência e <b>tecnologia</b> na história Compreender o conhecimento científico e o <b>tecnológico</b> como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.</li> <li>• Ciência e <b>tecnologia</b> na cultura contemporânea Compreender a ciência e a <b>tecnologia</b> como partes integrantes da cultura humana contemporânea.</li> <li>• Ciência e <b>tecnologia</b> na atualidade Reconhecer e avaliar o desenvolvimento <b>tecnológico</b> contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.</li> <li>• Ciência e <b>tecnologia</b>, ética e cidadania Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e <b>tecnológico</b> e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.</li> </ul>

Quadro 3 – Competências da área de ciências da natureza e matemática nos PCN+ (Brasil, 2000, Grifo nosso).

Na matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) a tecnologia também se apresenta associada a conhecimentos científicos em todas as competências para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Sendo assim, as discussões sobre tecnologia ganham espaço na educação básica, na medida em que atualmente o ENEM é a forma de ingresso da maioria das universidades públicas brasileiras e não é novidade que em grande parte dos casos os currículos do ensino médio são pautados pelos processos de ingresso à educação superior.

No entanto, apesar da tecnologia estar presente nos diversos documentos legais, os caminhos para uma convergência sobre o seu significado e o que se espera da mesma, como saber a ensinar, ainda parecem distantes de um consenso (Ribeiro; Rezende Junior; Nascimento, 2010). Conforme os autores o entendimento sobre tecnologia é bastante diversificado e algumas vezes controverso.

Para Ricardo (2005) é comum confundi-la com o uso de equipamentos tecnológicos na sala de aula, tais como computador, vídeo, Internet e outros ou utilizada como justificativa para o ensino das ciências, que serviria para a compreensão do mundo tecnológico em que se vive atualmente, ainda que no ensino se trate muito pouco de tecnologia. Além dessas, uma outra ideia comum, segundo o autor é a concepção de tecnologia como aplicação da ciência, onde compreender a ciência levaria automaticamente a compreensão da tecnologia, o que em grande parte dos casos não ocorre, já que o desenvolvimento tecnológico “implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências” (Fourez, 2003, p.119).

Para Utges, Fernández e Jardón (1996) não é fácil definir tecnologia, na medida em que são tantas definições quanto autores que trabalham com ela, constituindo-se assim um vasto espectro dos possíveis entendimentos:

[...] desde concepciones muy amplias, como la que propone que la tecnología es todo conocimiento aplicado a propósitos prácticos o la que la plantea como todo sistema de información que conecta al homo Sapiens con su ambiente, hasta otras más restringidas, como las que por ejemplo subordinan la tecnología a la noción de ciencia aplicada.” (UTGES; FERNÁNDEZ; JARDÓN,1996, p.110).

Diante disso, um ensino que vise atender o que propõem as normativas governamentais, deve envolver uma constante reflexão sobre o papel da tecnologia, na medida em que, além desse amplo espectro de definições, seus avanços e relações com as ciências também se alteram com o tempo.

Ricardo, Custódio e Rezende Junior (2007) sugerem duas abordagens possíveis, uma seria tratar da explicação dos aparatos tecnológicos, seu funcionamento, os conhecimentos científicos envolvidos e informações técnicas que pudessem orientar a tomada de decisões bem como o projeto e construção de artefatos. Outra proposta seria trazer para a escola os saberes oriundos da tecnologia, como os sistemas de controle e a necessidade de planejamento e projetos,

destacando o fato de que qualquer planejamento ou projeto exige realizar escolhas, implicando aspectos racionais, organizacionais e criativos, para privilegiar ou não determinados aspectos. Para os autores não se trata de formar técnicos, mas que “saiba encarar a tecnologia com responsabilidade e com senso crítico” (Ibid., 2007, p.146).

Esses autores constataram em pesquisa com entrevistas a 29 professores de Biologia, Física, Química e Matemática que a compreensão da tecnologia em grande medida fica restrita a ilustração complementar aos conteúdos clássicos ou da utilização de produtos tecnológicos.

Resultados semelhantes encontram Ribeiro, Rezende Junior e Nascimento (2010) ao analisar LD de Física para o ensino médio. Segundo os autores, em geral, a Tecnologia aparece como ilustração, justificativa ou motivação ao ensino de Física e, sobretudo como aplicação da Física afastando-se das sugestões dos documentos curriculares oficiais que trazem uma compreensão de Tecnologia como contribuição para a formação cultural dos alunos da educação básica.

Para alterar esse quadro a tecnologia, como elemento integrante do ensino científico, precisa ser incorporada as mais diferentes discussões no âmbito da formação de professores. Por isso, incorporou-se esta dimensão no processo de análise dos LD, buscando contemplar algumas discussões sobre a apresentação da tecnologia como dimensão indissociável da ciência, de forma a promover um diálogo sobre o papel e a importância do tema com os futuros docentes.



### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa, que visa investigar as possibilidades para subsidiar futuros professores de Física para a análise e escolha de LD, parte do acompanhamento de um conjunto de alunos de Licenciatura em Física que vivenciaram a experiência de analisar LD a partir de diferentes dimensões relacionadas à Ciência.

O trabalho se assemelha em muitos aspectos com métodos ativos de pesquisa como pesquisa-ação e pesquisa participante. A imersão do pesquisador no processo e a busca de contribuições para a solução de problemas reais que atingem determinados grupos sociais, são alguns deles. No entanto, uma diferença importante está na questão da participação. Os sujeitos da pesquisa aqui não participam de decisões sobre o planejamento e execução das atividades, de forma que o problema e o encaminhamento de possíveis soluções é dado pelo pesquisador.

O desenvolvimento da pesquisa se aproxima das características de intervenção pedagógica que Damiani (2012) apresenta como interferências, mudanças ou inovações que são realizadas propositadamente na prática pedagógica. Seu planejamento e implementação têm por base um determinado referencial teórico e objetivam promover avanços, melhorias, nas práticas pedagógicas, além de pôr à prova o referencial adotado, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre os processos de ensino/aprendizagem neles envolvidos. Segundo a autora esse tipo de proposta apresenta a seguintes características:

(1) são pesquisas aplicadas, em contraposição a pesquisas fundamentais; (2) partem de uma intenção de mudança ou inovação, constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas; (3) trabalham com dados criados, em contraposição a dados já existentes, que são simplesmente coletados; (4) envolvem uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam à mudança ou inovação. (DAMIANI, 2012, p.7)

Para a autora a avaliação rigorosa, apoiada em métodos científicos é o que difere pesquisas tipo intervenção de simples relatos de experiência. Conforme Damiani et al (2014), nesse tipo de pesquisa é imprescindível separar o método da intervenção e o método de avaliação. O primeiro descreve a prática pedagógica implementada, fundamentando-a teoricamente. Enquanto o segundo especifica os



instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para tal intervenção (Damiani, 2012).

O presente trabalho trata de uma pesquisa aplicada, pois caracteriza-se por seu interesse prático e procura contribuir para a solução de problemas reais (Marconi e Lakatos, 2010). A inovação proposta é a constituição de uma pesquisa desse tipo na formação de professores, mediante a dinâmica de análise dos LD.

A coleta e análise dos dados caracterizam o trabalho como uma pesquisa de natureza qualitativa que, segundo Bogdan e Biklen (1994), possui cinco características: (1) o investigador tem contato direto com o ambiente de investigação de forma a conhecer o contexto em que foi realizado o estudo; (2) os dados coletados não são numéricos e os resultados apresentam citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação; (3) os investigadores interessam-se não apenas pelo produto, mas também pelo processo; (4) os dados não são coletados para confirmar hipóteses, as abstrações são construídas a medida em que os dados levantados se agrupam; (5) o investigador procura apreender as diferentes perspectivas dos sujeitos participantes em relação ao processo.

Para Moreira (2009) o interesse desse tipo de pesquisa está na interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos e suas ações mediante a observação participativa, onde o pesquisador está imerso no fenômeno de interesse. Para o autor:

Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados correspondentemente. As hipóteses são geradas durante o processo investigativo. O pesquisador busca universais concretos alcançados através do estudo profundo de casos particulares e da comparação desse caso com outros estudados também com grande profundidade. Através de uma narrativa detalhada, o pesquisador busca credibilidade para seus modelos interpretativos. (MOREIRA, 2009, p.7)

O presente trabalho encontra-se em consonância com essas características na medida em que dados levantados a partir das atividades realizadas configuram-se em análises e relatos escritos construídos pelos participantes. O investigador, que já fazia parte do grupo ao qual pertencem os licenciandos, encontra-se imerso no ambiente dos sujeitos que participaram da pesquisa e, além da elaboração das atividades esteve presente em todo o processo de desenvolvimento da proposta e coleta dos dados, buscando acompanhar o processo e as perspectivas dos sujeitos envolvidos na investigação.

Os dados coletados construíram-se de registros escritos pelos alunos no decorrer das atividades de análise dos LD, bem como anotações de campo e as impressões do pesquisador.

Para análise dos dados foi utilizada a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (1988). Segundo a autora, as diferentes fases da análise de conteúdo se organizam em torno de três polos cronológicos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Para a autora, a pré-análise é um período de organização, “um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideais iniciais, de maneira a conduzir a um esquema mais preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise”. (Bardin, 1988, p. 89). Nessa fase, se estabelecem diretrizes que devem ser flexíveis para que possam ser alteradas no decorrer do trabalho. Em um primeiro momento se realiza uma leitura flutuante, onde se estabelece um contato com os documentos de análise, “deixando-se invadir por impressões e orientações” (Ibid. p.90). A partir desse primeiro contato se define o *corpus*, que é o conjunto de documentos que serão submetidos aos procedimentos analíticos, bem como indicadores e a preparação do material para análise.

A exploração do material é a fase de sistematizar as decisões estabelecidas na pré-análise. Ou seja, colocar em prática o que foi planejado. Nessa fase acontece o recorde ou escolha das unidades de registro e de contexto. A unidade de registro pode ser uma palavra, um tema ou referente, entre outros elementos que serão destacados dos dados. Já a unidade de contexto serve para dar significado às unidades de registro. Por exemplo, no caso de o registro ser uma palavra, a unidade de contexto pode ser uma frase. Nessa fase ocorre também o processo de contagem, que pode envolver presença, frequência, ocorrência, coocorrência, entre outros. A partir daí ocorre a classificação que, segundo Bardin (1988) pode envolver, ou não, a categorização, já que esta não é uma etapa obrigatória em toda e qualquer análise de conteúdo. A categorização envolve o agrupamento de elementos em função de caracteres comuns e tem por objetivo fornecer uma representação simplificada dos dados brutos.

Cabe salientar que na presente investigação os procedimentos de exploração do material são repetidos para cada tarefa ou questão avaliada, de forma que se apresentam diversas variações, tanto das unidades de registro quanto de contexto.

O terceiro polo cronológico é tratamento dos resultados, essa fase corresponde ao momento em que os resultados obtidos são tornados significativos e válidos, mediante a interpretação e a realização de inferências.

Além dos procedimentos dos dois primeiros polos, em alguns casos se optou por realizar uma análise comparativa entre os registros dos alunos e as análises apresentadas no GLD, realizada por uma comissão de especialistas composta pelo MEC.

Na apresentação dos resultados a identidade dos sujeitos é preservada e estes são tratados com os seguintes códigos: B1, B2, B3, B4 e B5. A escolha da letra B se dá em função de tratarem-se de Bolsistas de Iniciação à Docência (BID) e a ordem se dá pelo nível de avanço no curso, ou seja, o B1 é o mais avançado e B5 o que está a menos tempo na licenciatura em Física.

### 3.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O trabalho foi realizado junto a alunos bolsistas do subprojeto Física do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID/Física), no qual o autor dessa tese atua como colaborador desde agosto de 2012, entre maio e julho de 2015 na Universidade Federal de Santa Maria. Nessa época o programa contava com cinco bolsistas, todos em diferentes semestres do curso de Licenciatura Plena Diurno da UFSM.

As atividades foram planejadas junto à coordenadora do projeto e se inseriram em uma tarefa de constituir oficinas para o Seminário Institucional do PIBID (SIP) na UFSM. A proposta da coordenadora do projeto foi que o trabalho fosse realizado sobre o tema Luz em alusão ao Ano Internacional da Luz (International Year of Light - IYL)<sup>6</sup> celebrado em 2015.

Com isso, o trabalho de análise foi realizado sobre o conteúdo de ótica em coleções aprovadas pelo PNLD 2015 – cujas coleções foram distribuídas em 2015. Nesse sentido, procurou-se associar as perspectivas do IYL com as análises das coleções de LD de Física, mediante a exploração de diferentes aspectos mencionados

---

<sup>6</sup> Conforme a resolução 68/221 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), o Ano Internacional da Luz é uma iniciativa mundial para destacar a importância da luz e das tecnologias ópticas na vida dos cidadãos, assim como no futuro e no desenvolvimento da sociedade. Segundo a resolução, a escolha do ano se deve a diversos eventos que comemoram datas significativas em 2015. Mais informações em: < <http://www.light2015.org/Home/>> Acesso em 28 de agosto de 2015.

nos materiais apresentados nos sites da ONU e da sua organização para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), como tecnologia, história, meio ambiente, entre outras dimensões associadas a luz e mencionadas nos materiais relacionados às comemorações o IYL.

A luz, que há muito tempo desperta o interesse do homem, teve em 2015 um merecido reconhecimento por sua importância para a humanidade. Para Bassalo (1986) a luz “sempre foi objeto de interesse por parte do Homem, desde que tomou consciência de que a noite era ausência da luz do Sol, assim como quando percebeu a existência de pontos brilhantes no céu escuro.” (BASSALO, 1986, p. 138.). Essa curiosidade em relação a luz levou a milhares de anos de observações e estudos que ainda hoje, mediante, entre outros, a fotônica<sup>7</sup> tem sido um tema de interesse de pesquisas por todo o mundo.

O ano internacional da luz veio “destacar a importância da luz e das tecnologias ópticas na vida dos cidadãos, assim como no futuro e no desenvolvimento das sociedades de todo o mundo” (UNESCO, 2015), celebrando em 2015 grandes marcos históricos relacionados à luz (ONU, 2013), como:

- os trabalhos em óptica de Ibn Al-Haytham em 1015;
- o comportamento ondulatório da luz, proposto por Fresnel em 1815;
- a teoria eletromagnética da luz, proposta por Maxwell em 1865;
- os trabalhos de Einstein sobre o efeito fotoelétrico (1905) e sobre o vínculo entre a luz e a cosmologia no contexto da Relatividade geral (1915);
- a descoberta da radiação cósmica de fundo em micro-ondas por Penzias e Wilson em 1965 e
- os trabalhos de Charles Kao (1965) a respeito do uso de fibras ópticas nas comunicações (ONU, 2013).

Além disso, a resolução da ONU (ONU, 2013) destaca que para um aumento da consciência mundial e o fortalecimento do ensino de ciência e tecnologia é essencial para abordar temas como desenvolvimento sustentável, energia e saúde de comunidades, bem como para melhorar a qualidade de vida em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

---

<sup>7</sup> Fotônica é a ciência e a tecnologia que gera, controla e detecta fótons, que são partículas de luz. A fotônica serve de base para tecnologias que são utilizadas no cotidiano, que vão de smartphones e laptops, até a internet, aparelhos médicos e tecnologias de iluminação (UNESCO, 2015).

Podemos destacar, dos materiais de divulgação do ano internacional da luz algumas dimensões que se relacionam à ciência, associadas à luz. Essas dimensões advêm das considerações da resolução da ONU que institui 2015 como ano da luz (ONU, 2013):

*Dimensão Histórica:* relacionada aos marcos históricos celebrados em 2015.

*Dimensão Tecnológica:* relacionada, entre outros, aos avanços já alcançados e futuros na medicina, área energética, informação e comunicação, fibra ótica, agricultura, mineração, astronomia, arquitetura, arqueologia, lazer, arte e em muitos outros setores industriais e de serviços (ONU, 2013) em que as tecnologias baseadas em luz tem contribuído e ainda podem contribuir.

*Dimensão ambiental:* relacionada a avanços na área energética que podem ajudar a diminuir a degradação ambiental (ONU, 2013).

*Dimensão social:* destacando a importância da luz e das tecnologias relacionadas a luz para a vida dos cidadãos do mundo e desenvolvimento da sociedade mundial (ONU, 2013).

Percebe-se assim que as motivações que levaram a ONU a celebrar o Ano Internacional da Luz abrangem diversos aspectos que poderiam e deveriam ser também abordados para outros diversos temas, ainda que com adaptações. Para além disso, estes devem ser incorporados de forma efetiva para uma efetiva educação científica que procure desenvolver uma cultura científica na educação básica.

Sendo assim, para construir a proposta de análise do LD mediante diferentes dimensões relacionadas à ciência tivemos de definir algumas dimensões de análise. Optou-se por privilegiar três aspectos que poderiam subsidiar a elaboração das oficinas e de futuras propostas didáticas dos licenciandos. Dessa forma, foram definidas as dimensões histórica, experimental e tecnológica, como dimensões para análise da ótica nos LD e, em torno dessas foi construído um conjunto de atividades didáticas que são apresentadas a seguir.

A proposta do trabalho envolveu a realização oito atividades didáticas que foram executadas em 12 encontros conforme o Quadro 3.

A oficina 1, consistiu na apresentação do trabalho que a ser realizado, com a elaboração das oficinas para o Seminário do PIBID e na proposição da construção de um planejamento preliminar individual sobre o tema ótica, a partir de resumos de duas oficinas que seriam ministradas durante o SIP. Também foi mencionada a escolha

previa do tema relacionado ao ano internacional da luz, que havia sido realizada junto a coordenadora do projeto.

<b>Oficina</b>	<b>Atividades realizadas</b>	<b>Encontros</b>
01	1a) Questão sobre o Ano da Luz 1b) Apresentação sobre planejamento didático 1c) Planejamento inicial.	1
02	2a) Escolha do LD pelos alunos.	2
	2b) Número de páginas e assuntos; Estrutura de tópicos sobre ótica no LD.	
	2c) Análise de diferentes aspectos.	
	2d) Tabela e mapa sobre organização de aspectos conceituais do LD.	
03	3a) Transformar exercício em problema.	1
	3b) Seleção de publicação de apoio.	
	3c) Primeira versão completa do plano.	
04	Questões/problemas sobre ótica geométrica.	1
05	5a) Visões de ciência no LD.	2
	5b) Análise da dimensão histórica no LD.	
	5a) Conclusões sobre a análise da dimensão histórica no LD.	
	5b) Diário sobre análise dimensão histórica e inserção no plano.	
06	6a) Realização de atividade experimental sobre princípio da fibra ótica	2
	6b) Análise da dimensão experimental nos LD	
	6c) Conclusões da dimensão experimental	
	6d) Diário sobre o trabalho com a dimensão experimental e sua inserção no plano. Inserir e classificar a proposta experimental no plano de oficina para o SI.	
07	7a) Análise da dimensão tecnológica no LD.	1
	7b) Conclusões sobre a Análise Tecnológica no LD.	
	7c) Diário sobre o trabalho com a dimensão tecnológica e sua inserção no plano.	
08	Finalização e apresentação do plano.	2

Quadro 4 – Síntese do planejamento das atividades

A oficina 2 foi dedicada a apresentação dos planos iniciais de trabalho, escolha de um LD para as atividades das oficinas e análise de aspectos gerais da coleção em relação a ótica. Os alunos foram solicitados a escolher uma coleção entre as disponíveis no acervo do PIBID/Física e a partir da escolha, foram propostas cinco tarefas:

- Análise do número de páginas por tópico – mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, ótica, ondas e Física moderna e contemporânea.
- Descrição da estrutura de tópicos referente a ótica.

- Análise de alguns aspectos no LD: atividades experimentais, exercícios, História e Filosofia da Ciência; relação entre Ciência (Física) e Tecnologia, questões ambientais, recursos didáticos associados ou sugeridos, Manual do professor, interdisciplinaridade, imagens e figuras.
- Análise de elementos associados a ótica: leis, princípios, teorias, conceitos, fenômenos, exemplos cotidianos

Na oficina 3, foram propostas tarefas para complementar a elaboração do plano das oficinas. Nessa etapa os alunos deveriam entregar sua primeira versão final do plano. Nesse sentido, foram propostas como tarefas a transformação de um exercício em um problema aberto, visando instigar os alunos a problematizarem suas oficinas, e também a busca de algum material de apoio, que deveria ser um artigo ou trabalho de evento relacionado ao assunto das oficinas.

A partir da oficina 4 foram iniciados os trabalhos de análise de cada dimensão, essas oficinas tiveram uma organização onde primeiramente foi apresentada alguma atividade introdutória, questões, no caso da dimensão histórico filosófica foram questões, no caso da dimensão experimental foi uma atividade experimental e no caso da tecnológica foi a apresentação da forte presença desses aspectos nos documentos que normatizam o ensino brasileiro, em especial o ensino de ciências.

Na oficina 4, foram propostas questões e problemas (Apêndice A) relacionados à ótica e a História e Filosofia da Ciência com intuito de lançar algumas discussões sobre representações utilizadas para descrever a luz e seus fenômenos e problematizar a análise de elementos históricos que seria proposta nos próximos encontros.

Na oficina 5, foram discutidas as questões relativas a oficina anterior, procurando mostrar como as questões históricas podem auxiliar a dar significado às representações utilizadas em ótica. A partir dessas discussões e de uma apresentação em PowerPoint sobre a História e Filosofia da Ciência no ensino foi então proposta a análise da dimensão histórico filosófica nas coleções. Essa análise foi proposta a partir de duas tarefas apresentadas no Apêndice B. A primeira consistia na análise de elementos relacionados à história e filosofia da ciência nos LD e a segunda em relacionar passagens do LD com as visões consideradas inadequadas e também mais próximas do que se espera da educação científica atualmente.

A oficina 6 iniciou-se com a proposição de um experimento, onde se fazia incidir um laser em uma garrafa plástica transparente e cheia de água e com um orifício próximo à sua base, conforme ilustra o esquema da Figura 3.

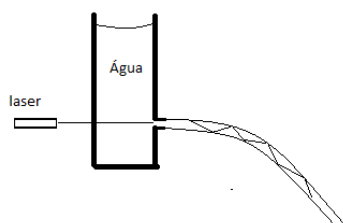


Figura 3 – Esquema experimental

A observação do experimento seguiu com as atividades descritas no Apêndice C, onde os alunos deveriam realizar uma descrição sobre o que foi observado e depois instalar a simulação computacional “curvando a luz”<sup>8</sup> nos computadores pessoais ou disponibilizados na sala em que ocorreu o encontro e realizar algumas medidas sobre refração e reflexão total utilizando a simulação. Realizadas essas tarefas foram discutidos alguns aspectos de atividades experimentais, inclusive das atividades propostas e então apresentado o roteiro (Apêndice D) e realizada a análise da dimensão experimental nos LD.

Na oficina 7 foi realizada uma breve apresentação sobre a dimensão tecnológica e sua apresentação nas normativas oficiais para a educação no país, a seguir foi apresentado o roteiro de análise da dimensão experimental para os LD (Apêndice E) e realizada a análise.

Por fim, na oficina 8 foi realizada a finalização dos planos, suas apresentações para a coordenadora do subprojeto e os demais bolsistas e a proposição de algumas questões sobre o trabalho realizado.

Os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados na implementação das atividades são apresentados no capítulo a seguir.

---

<sup>8</sup> A simulação utilizada está disponível no portal Physics Education Technology, mais conhecido como PhET, da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos. Endereço eletrônico <https://phet.colorado.edu/pt/>, Acesso em 25 de agosto de 2015.



### 3.2. OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Entre os materiais coletados durante a implementação das atividades, selecionamos para a análise:

- Justificativa escrita sobre a escolha do LD.
- Avaliações iniciais sobre diferentes aspectos no LD sobre: atividades experimentais, exercícios, História e Filosofia da Ciência; relação entre Ciência (Física) e Tecnologia, questões ambientais, recursos didáticos associados ou sugeridos, Manual do professor, interdisciplinaridade, imagens e figuras.
- Análise das tarefas do roteiro para análise da dimensão experimental no LD (Apêndice D)
- Conclusões sobre a análise da dimensão experimental no LD.
- Diários sobre o processo de análise da dimensão experimental no LD.
- Questões finais.

A justificativa foi escrita pelos alunos durante a oficina 2 quando lhes foi solicitado que escolhessem uma coleção para o trabalho nas futuras atividades de estudo de LD com foco na ótica já que o interesse era a luz. As avaliações iniciais foram do LD foram realizadas após essa escolha da coleção de trabalho e consistiram em um mapeamento inicial sobre como os alunos avaliavam cada um dos critérios propostos.

Após a análise desses registros iniciais serão apresentados os resultados relacionados a análise das diferentes dimensões no LD. Para cada dimensão foi proposta uma dinâmica com um roteiro de análise, a elaboração de conclusões e de um diário.

O *roteiro de análise* guiou a análise dos alunos que registravam em formato digital e enviavam os mesmos para o pesquisador e a coordenadora do PIBID, ao terminar essas análises apresentavam-na brevemente. O roteiro para análise da dimensão experimental (Apêndice D), se apresentava dividido em quatro partes, a primeira previa uma localização das atividades experimentais no LD, a segunda a análise de diferentes aspectos sobre estas atividades a terceira a análise das orientações ao professor e a quarta uma classificação quanto ao nível de abertura.

Posteriormente os alunos registravam, por escrito suas *conclusões* sobre a dimensão analisada. Para a elaboração dessas conclusões a única instrução que os alunos recebiam era que estas deveriam abranger os critérios analisados e que deveriam elaborar considerações a partir dos resultados obtidos. Além das conclusões os alunos deveriam compor um *diário* sobre o trabalho realizado, relatando suas impressões, sobre todo o processo envolvido em cada dimensão analisada.

Ao final do trabalho foram realizadas algumas questões, das quais foram analisadas as respostas à primeira: Levando em conta a análise de diferentes dimensões no LD, qual a sua avaliação sobre o LD analisado?

A seguir são apresentados os resultados.



## 4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas o relato, a análise e a discussão dos dados obtidos a partir da implementação da proposta.

Inicia-se a apresentação dos resultados com um breve relato das implementações realizadas e as impressões do pesquisador a partir de suas memórias e registros realizados durante o trabalho.

A seguir, diante dos instrumentos de coleta de dados são apresentadas as suas sistematizações e análises, tomando em primeiro lugar as avaliações prévias realizadas pelos sujeitos e após as análises dos dados relacionados ao trabalho com as três dimensões: histórico filosófica, experimental e tecnológica.

### 4.1. RELATO DAS IMPLEMENTAÇÕES

A implementação das atividades, realizadas junto a alunos do PIBID, foi realizada, em sua maioria, em encontros semanais nas segundas-feiras à tarde. Cada encontro tinha duração de 3 a 4 horas. As últimas atividades coincidiram com o final do semestre letivo e foram realizadas em outros horários a pedido dos alunos que no período de férias não permanecem na cidade.

As atividades iniciaram-se com oito alunos, no entanto três acabaram se desligando do projeto até o terceiro encontro realizado. Os encontros se davam em uma sala ampla, na qual havia uma mesa grande no centro, permitindo que todos sentassem ao redor da mesa. Assim as discussões foram sempre realizadas nesse contexto, todos sentados ao redor da mesa, que ainda possuía um aparelho de televisão grande, onde eram projetados os slides e um quadro branco para ser utilizado conforme a necessidade.

No primeiro encontro foi proposta a realização de uma pesquisa pelos alunos sobre os motivos que levam 2015 a ser declarado o ano da luz. Nessa pesquisa se buscava fazer com que os mesmos identificassem que os elementos que levam a essa celebração posteriormente seriam classificados em diferentes dimensões associadas à ciência, dando início aos trabalhos com as mesmas.

A partir de consulta na internet os alunos encontraram os sites e de fato conseguiram identificar esses aspectos. Entre os citados estavam as datas, os

inventos e descobertas, as questões sociais e ambientais, entre outras. Esses dados foram sistematizados em discussão com os alunos e foi proposta a classificação desses aspectos em diferentes dimensões relacionadas à ciência. Tal classificação tinha intuito de exemplificar aos alunos a perspectiva de tomar o conhecimento a partir de dimensões, o que serviria para introduzir a proposta de análise de LD em torno de dimensões.

Na oficina 2 foi proposto o trabalho com o LD. Nesse encontro foi solicitado que os alunos escolhessem suas coleções para o trabalho nas oficinas e analisassem nessa coleção alguns tópicos elencados (atividades experimentais, exercícios, História e Filosofia da Ciência; relação entre Ciência e Tecnologia, questões ambientais, recursos didáticos associados ou sugeridos, Manual do professor, interdisciplinaridade, imagens e figuras). As coleções escolhidas por cada aluno encontram-se no Quadro 5.

<b>Aluno</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Título</b>	<b>Imagem</b>
<b>B1</b>	Alysson Ramos Artuso Marlon Wrublewski	Física	
<b>B2</b>	Gloria Martini Walter Spinelli Hugo Carneiro Reis Blaidi Sant'Anna	Conexões com a Física	
<b>B3</b>	Carlos Aparecido Kantor Lilio Alonso Paoliello Jr. Luís Carlos de Menezes Marcelo de Carvalho Bonetti Osvaldo Canato Jr. Viviane Moraes Alves	Quanta Física	
<b>B4</b>	Alysson Ramos Artuso Marlon Wrublewski	Física	
<b>B5</b>	Aurélio Gonçalves Filho Carlos Toscano	Física: interação e tecnologia	

Quadro 5 – Coleções escolhidas por cada aluno. Observação: todas as coleções aprovadas no PLND 2015 são do ano de 2013.

Essa primeira visão geral tinha por objetivo promover o contato dos alunos com as coleções e realizar uma sondagem inicial para saber como estes olham para os diferentes elementos propostos para serem analisados na coleção.

Na oficina 3 buscou-se fazer com que houvesse uma maior problematização das oficinas que eles deveriam elaborar para o SIP. Para tanto foram propostas as tarefas de transformar um exercício em problema aberto e procurar um trabalho ou artigo relacionado à sua proposta de oficina. Essas atividades ocorreram para incentivar os alunos a avançar em suas proposições de oficinas para o seminário do PIBID. A ideia foi que em sua busca por trabalhos, onde foram indicados alguns eventos e periódicos relacionados a ensino de física (como SNEF, revista Física na escola, entre outros), os alunos pudessem tomar contato com propostas que os instigassem a avançar em seus planejamentos.

Na oficina 4 foram propostas algumas questões (Apêndice A) que serviram para introduzir o trabalho com os aspectos históricos. Mediante a busca por explicações a respeito das respostas às questões, os alunos perceberam as dificuldades em resolver as questões cujas respostas foram compartilhadas entre o grupo em discussão coletiva. Com isso diversas dificuldades em responder as questões foram evidenciadas e, a partir delas, foram apresentadas (já na oficina 5) as contribuições que esse tipo de abordagem pode trazer ao ensino de ciências, destacando que por trás de representações aparentemente triviais como raio de luz, há construções que levaram anos para serem consolidadas e que uma leitura histórica por ajudar tanto na compreensão quanto na maneira como se vai trabalhar essas representações em aulas de física.

Foi utilizada uma apresentação de slides sobre a consideração de HFC no ensino, a partir de sinalizações nas políticas governamentais, como os PCN+, diretrizes curriculares para o ensino superior e médio. Nessa apresentação foram expostas as necessidades de avanços no ensino de ciências que levaram ao desenvolvimento de diversas linhas de trabalho, entre elas a que prima por considerar os aspectos histórico e filosóficos no ensino científico. A partir daí foram apresentados os aspectos principais que levam essa linha de trabalho a ser hoje considerada em todos os âmbitos relacionados ao ensino científico. Como na pesquisa, onde aparece em todos os eventos e nas políticas sobre educação onde também está muito presente. Foram apresentadas também as possíveis contribuições da difusão desses conhecimentos no ensino em sala de aula e as dificuldades em fazer isso. Assim, foi

discutido o fato de que não há uma receita pronta para a incorporação desse tipo de elemento no ensino e a necessidade de que seja construído um caminho para a incorporação desses aspectos no ensino, o que depende muito da visão de ciência do professor.

A partir daí foram apresentadas as visões de ciência mais e menos próximas do que se considera adequado que seriam trabalhadas na análise posterior. Fechando a apresentação foram discutidas as questões propostas e as possíveis contribuições dos aspectos históricos para uma melhor compreensão das mesmas tendo em vista que alunos tiveram alguma dificuldade em responder as mesmas, em especial as que necessitavam utilizar as representações geométricas para a luz.

Um exemplo foi a questão número 5 (apêndice A) que questionava o que aconteceria com a imagem de um objeto em um espelho plano caso o observador mudasse de posição. Diante da dificuldade em responder, os alunos fizeram testes com superfícies reflexivas, no caso seus celulares, e marcaram a alternativa correta. No entanto não conseguiram representar geometricamente o que estava acontecendo. A lei da reflexão foi algumas vezes mencionada já que todos a sabiam enunciar. No entanto, explicar a situação a partir dessa lei não foi possível, pois a frase “o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão” não era suficiente quando não se tinha certeza de como traçar raios e de que um ângulo relaciona dois segmentos de reta, nesse caso os raios e a reta normal à superfície.

As questões e suas discussões foram bastante produtivas na medida em que foi possível mostrar aos alunos que as leis da reflexão são conhecidas desde os gregos e que conhecer um pouco da história da ótica geométrica pode auxiliar na explicação de situações como as questões propostas. Após essas atividades foi proposta então a análise dos aspectos histórico filosóficos no LD a partir das instruções do roteiro (Apêndice B).

Já na oficina 6, durante a implementação das atividades relacionadas à dimensão experimental, foi proposta a realização de um experimento que reproduz os princípios de transmissão das fibras óticas, como descrito na Figura 3. A ideia foi de apresentar uma experiência sobre uma atividade experimental para introduzir o trabalho com essa dimensão da ciência nas análises dos LD. Um exemplo, uma vivência que pudesse ser utilizada como exemplo durante as discussões posteriores sobre a dimensão experimental da ciência.

Após a demonstração do fenômeno (Figura 3), foi solicitado aos alunos que descrevessem em termos físicos o que eles haviam observado (Apêndice C). No entanto nenhum dos alunos conseguiu realizar tal descrição.



Figura 3 – Imagem da atividade experimental realizada.

A dificuldade dos alunos parece muitas vezes ser a de utilizar os conhecimentos conceituais que têm para descrever os fenômenos observados – isso também foi observado anteriormente durante atividades relativas a dimensão histórica. Além disso, os alunos ainda se manifestaram insatisfeitos com a atitude do pesquisador de não explicar imediatamente o fenômeno observado. Seguindo com essa atitude foram propostas novas observações sobre a reflexão total por meio de prismas, onde os alunos, com a condução do pesquisador, conseguiram chegar à conclusão de que se tratava de uma reflexão interna total. Um dos alunos questionou então se para qualquer orifício no caso da garrafa ocorreria a reflexão total. Com isso permitiu que se introduzisse a segunda parte da atividade (Apêndice C) que previa a determinação das condições para que ocorra a reflexão total.

Ao final dessas atividades, foi realizada uma apresentação em PowerPoint sobre a dimensão experimental e as atividades experimentais no ensino de física, discutindo inclusive a atividade realizada e sua estrutura, isso é, organização das tarefas, nível de abertura e formas de participação dos alunos e do investigador.



Também foram apresentados os aspectos que seriam avaliados no LD como a ênfase matemática, função educacional e grau de direcionamentos que podem ter as atividades experimentais no ensino. Esse momento foi bastante rico, os alunos relataram seu desconforto com a falta de respostas e as dificuldades em buscar a mesma de forma autônoma. A discussão prosseguiu com um diálogo sobre as dificuldades em se realizar atividades com caráter investigativo no ensino de física.

Essa atividade inicial se mostrou bastante produtiva e permitiu que os alunos vivenciassem uma situação experimental para a seguir analisar esse tipo de atividade nos LD e inserir no plano de suas oficinas.

Após realização das análises, foram discutidos os resultados que permitiram, além de uma reflexão sobre como se estruturam as atividades experimentais no LD, uma relação com as visões de ciência, que podem ser veiculadas mediante atividades experimentais, e que foram abordadas anteriormente nas análises sobre a dimensão histórico filosófica da ciência.

Nesse sentido, essas discussões foram um momento importante onde se conseguiu enfatizar os vínculos entre as dimensões analisadas até aquele momento em termos de seu papel para a ciência e seu ensino.

Na oficina 7, iniciou-se com a apresentação da presença marcante da tecnologia nos documentos que normatizam o ensino brasileiro como LDB, PCN, ENEM e uma breve exposição da relação entre tecnologia e técnica, bem como suas relações com a ciência e as diferentes interpretações sobre esses aspectos que hoje constituem, inclusive uma epistemologia própria para a tecnologia.

Essa atividade inicial foi importante pois permitiu que os alunos tomassem conhecimento de que tecnologia vai além de aparatos eletrodomésticos, sendo um conhecimento fundamental para a formação cultural dos sujeitos e tem uma relação profunda com a ciência, antes de realizar a análise dos LD. A ideia foi apresentar aos alunos a complexidade dessa relação e a importância dada a essa dimensão da ciência atualmente.

Após essa atividade inicial foram realizadas as análises utilizando o roteiro presente no apêndice E, onde se buscou proporcionar aos alunos uma análise que os auxiliasse a perceber o papel que as coleções dão para a tecnologia em seus textos, de forma a incentivar uma reflexão sobre essa dimensão nos LD.

A seguir são apresentadas as análises iniciais e as análises de cada dimensão da ciência nas coleções.

## 4.2. AVALIAÇÕES INICIAIS DO LD

Na oficina 2, durante o primeiro contato dos bolsistas com o LD foi solicitado que os mesmos escolhessem uma coleção para análise e avaliassem diversos aspectos no LD. Essa análise foi realizada livremente e entre os aspectos analisados estão relacionados às dimensões de análise propostas no trabalho, os manuais didáticos e os exercícios, cujos resultados serão apresentados a seguir.

### 4.2.1. A escolha das coleções para análise

Durante a oficina 2 foram disponibilizadas aos alunos algumas coleções didáticas aprovadas no PNLD 2015. No acervo do PIBID constavam 10 das 14 coleções aprovadas para o uso em 2015. Os títulos e autores das coleções disponíveis encontram-se no Quadro 6.

<b>Nome da coleção/ autor(es)</b>	<b>Editora/ Edição</b>
FÍSICA Alysson Ramos Artuso/ Marlon Wrublewski	Editora Positivo 1a edição 2013
FÍSICA - CONCEITOS E CONTEXTOS: PESSOAL, SOCIAL, HISTÓRICO Maurício Pietrocola/ Alexander Pogibin/ Renata de Andrade/ Talita Raquel Romero	Editora FTD 1a edição 2013
FÍSICA José Roberto Castilho Piqueira/ Wilson Carron/ José Osvaldo de Souza Guimarães	Editora Ática 1a edição 2013
FÍSICA AULA POR AULA Claudio Xavier/ Benigno Barreto	Editora FTD 2a edição 2013
FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES Antônio Máximo/ Beatriz Alvarenga	Editora Scipione 1a edição 2013
FÍSICA INTERAÇÃO E TECNOLOGIA Aurélio Gonçalves Filho/ Carlos Toscano	Editora Leya 1a edição 2013
FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO Luiz Felipe Fuke/ Kazuhito Yamamoto	Editora Saraiva 3a edição 2013
QUANTA FÍSICA Carlos Aparecido Kantor/ Lilio Alonso Paoliello Jr./ Luís Carlos de Menezes/ Marcelo de Carvalho Bonetti/ Osvaldo Canato Jr./ Viviane Moraes Alves	Editora Pearson 2a edição 2013
CONEXÕES COM A FÍSICA Gloria Martini/ Walter Spinelli/ Hugo Carneiro Reis/ Blaidi Sant'Anna	Editora Moderna 2a edição 2013
FÍSICA CIÊNCIA E TECNOLOGIA Carlos Magno A. Torres/ Nicolau Gilberto Ferraro/ Paulo Antonio de Toledo Soares/ Paulo Cesar Martins Penteado	Editora Moderna 3a edição 2013

Quadro 6 – Coleções disponíveis para escolha dos alunos.

As coleções foram dispostas em uma mesa grande e os alunos tiveram liberdade para avaliar as coleções. A solicitação foi que eles escolhessem uma coleção para a realização dos trabalhos das oficinas, que iriam tratar da Luz, e justificassem os motivos da escolha com um registro escrito.

As justificativas dos alunos apresentaram como foco o *conteúdo* ou a *forma* de apresentação dos conteúdos na coleção. B1, B2 e B5 justificam a escolha, principalmente pela sua ênfase a assuntos relacionados a luz:

Como não tive muito tempo para escolher, ou seja, só olhei por cima os livros me detive apenas em olhar quanto estes livros exploram o assunto pretendido na oficina elaborada. Sendo assim, gostei desse exemplar justamente por explorar bastante o assunto da visão humana. (B1)

Escolhi essa coleção, devido ao volume 2 abordar bastante assunto Luz e trazer o conteúdo de diferentes formas, com boxes de textos, imagens e situações comuns ao cotidiano dos alunos. (B2)

Escolhi essa coleção pelo fato de no livro ter bastante conteúdo relacionado com a luz, espelhos e formação de imagem. Tem no abordamento da matéria imagens, exemplos práticos entre outras coisas que podem ajudar na compreensão. (B5)

Já B3 e B4, dão ênfase à *forma*, isto é, à organização e apresentação do conteúdo em questão e não tanto a quanto a coleção apresenta desse conteúdo:

Optei pela coleção Quanta Física pela forma como os conteúdos estão organizados para o tópico luz (item avaliado). Apresenta uma introdução sobre o conceito de luz e vai construindo conceitos até que se possa compreender, por exemplo, o funcionamento do olho humano, passando por espelhos e lentes. Traz exercícios, problemas e atividades experimentais que buscam facilitar a compreensão dos conteúdos. (B3)

A justificativa para a escolha da coleção é que, na parte relacionada à luz, os conteúdos estão separados por capítulos, apresentando desde uma introdução à ótica geométrica até sobre a ótica da visão. O livro parece bem completo e detalhado nessa parte do conteúdo. Traz, inclusive, experimentos apresentados nas oficinas propostas pelos BID. (B4)

Percebe-se que B3 e B4 mencionam atividades experimentais como um dos elementos que auxiliaram na escolha, sem mencionar mais detalhes sobre este tipo de atividade.

As justificativas para a escolha das coleções se mostram bastante superficiais, tanto em termos de conteúdos como o primeiro grupo quanto em relação as formas de apresentação. No primeiro caso, sem uma maior explicação sobre o que os alunos consideram uma boa exploração do conteúdo se poderia inferir que esta se refere apenas a quantidade de páginas que o LD apresenta sobre o tema. Já no segundo caso, sem uma maior definição do papel que a organização oferece à coleção, a análise pode ficar restrita às divisões dos conteúdos.

Com relação ao tempo, mencionado por B1, essa atividade não teve um tempo determinado para acontecer, embora os alunos soubessem que assim que terminassem a atividade de escolha seria iniciada outra atividade.

#### **4.2.2. Avaliação de experimentos no LD**

A avaliação dos alunos sobre experimentos apresenta dois focos principais de análise um ligado a *identificação* e outro a *breves descrições* das atividades experimentais no LD. Quanto à *identificação*, os bolsistas procuram identificar a presença e quantidade de atividades experimentais e em alguns casos, como B2 e B5 localizar estas no LD:

O LD escolhido tem pouca Atividade experimental, porém aparentemente o mesmo tem vários exemplos que podem ser trabalhados (B1)

O livro apresenta, ao final de cada unidade, uma atividade experimental referente a um assunto abordado no decorrer do mesmo. (B2)

Existem algumas atividades experimentais no livro, mas não estão presentes em todos os capítulos deixando um pouco vago. Sendo assim, atividades experimentais em maior número poderia ser introduzidos. (B5)

Percebe-se que o conteúdo ou a forma das propostas não são mencionados, tornando a avaliação apenas uma identificação da presença e um posicionamento pessoal em relação ao número de atividades propostas.

No outro conjunto, *breves descrições*, os alunos abordam o conteúdo das atividades realizando descrições mais gerais, como no caso de B3 ou de um exemplo mais específico como no caso de B4:

As atividades experimentais apresentadas na coleção, são, na sua maioria, utilizando materiais de baixo custo e apresentam um roteiro de procedimentos a serem realizados. (B3)

O livro traz experimentos que podem ser realizados como, por exemplo, a montagem de uma câmera fotográfica "artesanal". (B4)

Percebe-se que a avaliação dos experimentos é bastante limitada, e somente o aluno B3 menciona elementos importantes nesse tipo de atividade como materiais e o roteiro para a realização.

#### 4.2.3. Avaliação de aspectos históricos e filosóficos no LD

Na análise inicial sobre aspectos históricos e filosóficos os registros apresentam dois focos predominantes, um relacionado à *quantificação* e outros à *localização*. Quanto à *quantificação*, 3 alunos (B1, B2 e B5) utilizam termos como “bastante”, “pouco” e “alguns” para avaliar os aspectos históricos e filosóficos na coleção. Já em relação à *localização* os alunos (B1, B2, B3 e B4) procuram localizar no LD, seções, capítulos, unidades onde aparecem os referidos aspectos. Essas observações estão grifadas nas análises dos alunos apresentadas abaixo:

Percebe-se que o LD, traz **bastante** fatos históricos e filosóficos, pois em **cada início de capítulo** ele traz um pouco destes fatos, assim como traz determinados textos destacados (Conexões), que também complementam estes aspectos. (B1, grifo nosso)

Os aspectos históricos e filosóficos são **pouco apresentados** no livro. Em alguns **boxes separados**, aborda-se a história da ciência. (B2, grifo nosso)  
Contempla esse item, apresentando, **no cap 1, unidade 2, vol 3**, "Toda a Física hoje e através de sua história." (B3, grifo nosso)

**No decorrer dos capítulo, caixas de textos destacadas**, com textos de curiosidades e aspectos históricos. Há **uma seção** com o título de "Viagem no tempo" que trata disso, ao longo dos capítulos. (B4, grifo nosso)

Existe **alguns** dados históricos durante o livro mas nada muito profundo. (B5, grifo nosso)

As análises limitam-se à quantidade e localização dos elementos históricos e filosóficos, de forma que o conteúdo e as contribuições destes aspectos ao desenvolvimento da disciplina não são mencionados.

#### 4.2.4. Análise das relações entre ciência (Física) e tecnologia

Nas análises sobre aspectos tecnológicos os alunos apresentam como foco a *quantificação* e a *localização*. Tratam-se de avaliações não excludentes já que a maioria dos alunos abordou apenas esses dois aspectos em suas análises. Com relação à *quantificação*, os alunos (B1, B2, B3 e B5) fazem menção à quantidade de elementos relacionados à tecnologia. Ao mesmo tempo B1, B2, B3 e B4 procuram *localizar* os aspectos tecnológicos na coleção, mencionando mais especificamente em que parte do LD aparecem esses aspectos:

Ciência e tecnologia também só aparece nos boxes separados ao texto corrido do livro, **com pouca frequência**. Esses boxes são divididos em história da ciência, ciência e tecnologia e cotidiano. (B2, grifo nosso)

**Não há muita abordagem** entre a Física e a Tecnologia no livro mas existe uma abordagem. (B5, grifo nosso)

Folhando o livro pode-se perceber **várias imagens** em relação a fatos tecnológicos, um exemplo é a lâmpada de LED. Neste livro **tem um espaço denominado Espaço da tecnologia**, onde é bastante destacado a relação existente entre a Ciência e a Tecnologia. (B1, grifo nosso)

Ciência e tecnologia também **só aparece nos boxes separados ao texto** corrido do livro, com **pouca frequência**. Esses boxes são divididos em história da ciência, ciência e tecnologia e cotidiano. (B2, grifo nosso)

O livro tem, **no decorrer dos capítulos, uma seção interna** denominada "Espaço da tecnologia", na qual ele faz essa relação Física-Tecnologia. (B4, grifo nosso)

As análises demonstram mais uma vez a limitação em relação à análise do conteúdo dos aspectos avaliados, de forma a limitar-se a uma descrição de localização e quantificação.

#### 4.2.5. Análise do Manual do professor

As análises do Manual do professor tiveram como foco *conteúdo* e organização. Na categoria *conteúdo*, se encaixam as respostas (B1, B2 e B5) que trazem em sua análise aspectos que são apresentados nos manuais procurando identificar quais as indicações dos mesmos:

O manual do professor, traz inúmeras orientações, ou seja, discussão em grupos, sugestões de experimentos e avaliação, textos complementares e Orientações sobre o capítulo. (B1)

No manual do professor contém dicas e orientações de como o professor pode trabalhar o que está proposto no livro do aluno e também a indicação de outras atividades, diferentes daquelas existentes no livro do aluno sobre o assunto. (B2)

Existe um material bom para o professor, onde indica livros, atividades e mostra o sistema de funcionamento do livro. (B5)

Já o conjunto de respostas que contempla a *organização* do manual do professor (B3 e B4), procura, além da indicação do conteúdo, descrever a organização ou sequência indicações apresentadas pelo mesmo:

É estruturado de modo que inicialmente o livro é apresentado, depois são apresentadas possíveis metodologias; sugestões de leitura; e sugestões de como trabalhar cada capítulo. (B3)

O manual do professor traz, inicialmente uma fundamentação pedagógica, uma metodologia e informações sobre a coleção. Então, traz as matrizes do Enem, competências e habilidades privilegiadas em cada unidades, sugestão de experimentos e textos complementares. (B4)

Percebe-se nas avaliações sobre o manual que estas se limitam a descrições gerais sem uma reflexão maior sobre as orientações apresentadas.

#### 4.2.6. Análise dos exercícios

Da análise dos exercícios emergem duas categorias: dos alunos que *caracterizam* tipos de exercícios e dos que *não caracterizam*. Na categoria dos que *diferenciam* estão B1, B3 e B5:

Quanto aos exercícios este livro traz em média 23 exercícios para cada unidade, além de trazer também questões comentadas, ou seja, resolvidas. (B1)

Os exercícios são bons e diversificados. Nele está presente também imagens que chamam atenção e prendem o aluno. Existem questões trazidas pelo livro como questões de Enem e vestibulares. (B5)

A coleção não apresenta uma massiva quantidade de exercícios e esses são, na sua maioria, bem fechados, ou seja, que requerem o uso e a aplicação de expressões matemáticas. (B3)

Embora a diferenciação seja bastante precária em alguns casos como B1 que coloca exercícios e questões comentadas, ou B5 que menciona questões de ENEM e vestibulares. Aparentemente os alunos conseguem perceber diferenças nas propostas apresentadas pelos LD, inclusive com um deles incluindo uma menção ao nível de abertura, ainda que atribuindo apenas o uso de matemática a questões fechadas.

Já os alunos B2 e B4, *não diferenciam* tipos de exercícios preocupam-se apenas em localizar os mesmos, sem fazer qualquer menção a diferenças entre eles.

No decorrer dos capítulos, quando se encerra um assunto, são trazido exercícios. Parte desses exercícios são resolvidos e outros são propostos pra resolução. (B2)

O livro tem exercícios ao fim de cada capítulo, denominando-os de "Atividades". São bastante exercícios, que, em muitas vezes, trazem uma imagem que faz referência ao assunto. (B4)

Na análise dos exercícios alguns alunos apontam questões bastante significativas como diversificação (B5), nível de abertura (B3), quantidade e localização (B1, B3 e B4), no entanto esses aspectos são mencionados isoladamente e bastante superficialmente.



#### **4.2.7. Considerações sobre as análises preliminares**

Considerando os resultados apresentados anteriormente, percebe-se que as análises de experimentos, aspectos históricos e filosóficos, aspectos tecnológicos, manual do professor e exercícios, revelam um olhar bastante superficial dos alunos em relação aos mesmos.

As análises centram-se principalmente na presença ou não desses aspectos, sua localização e sua quantidade, e em sua grande maioria não trazem nenhuma análise sobre as características desses aspectos, seu papel ou sua relação com o conteúdo científico, ou ainda indícios de qual(ais) seria(m) o(os) papel(eis) do manual do professor no desenvolvimento do conteúdo científico.

Embora esses resultados sejam esperados para os alunos que estão no início da graduação, três desses já haviam ultrapassado a metade do curso, tendo cumprido grande parte das disciplinas chamadas pedagógicas – entre elas o estágio curricular, no entanto pouco se percebe diferença entre as análises dos participantes, realizadas previamente.

Com isso, destaca-se a necessidade de subsidiar uma maior reflexão sobre os aspectos que permeiam a análise de LD na formação inicial de forma a capacitar esses futuros profissionais para avaliação desses e de possíveis outros materiais que serão utilizados em aulas de física.

#### **4.3. ANÁLISE DA DIMENSÃO HISTÓRICA E FILOSÓFICA NO LD**

Para análise dos dados sobre a dimensão histórico filosófica serão considerados os produtos das análises utilizando o roteiro, das conclusões e dos diários escritos pelos sujeitos da pesquisa. Os resultados obtidos a partir desses instrumentos são apresentados a seguir. A análise dos aspectos históricos foi dividida em duas tarefas, uma associada a apresentação dos aspectos históricos no LD e as orientações ao professor e a segunda à análise de visões da ciência apresentadas no LD.

#### 4.3.1. Análise dos elementos Histórico Filosóficos no LD

O roteiro de análise proposto para a análise desta dimensão no LD foi dividido em quatro partes, a primeira para a identificação das formas de apresentação de elementos histórico filosóficos relacionados à ótica; a segunda para análise do conteúdo desses elementos – definidos no roteiro (Apêndice B), a terceira para análise das instruções ao professor e a última para analisar as relações entre os aspectos históricos e os aspectos conceituais.

#### 4.3.2. Formas de apresentação de elementos históricos

O primeiro passo previsto no roteiro para análise da dimensão histórica nas coleções previa uma identificação das formas de apresentação de elementos históricos no LD. Os alunos identificaram trechos relacionados a aspectos histórico filosóficos em diversas partes do LD:

- No corpo do texto: Todos os participantes identificaram aspectos presentes no decorrer dos textos, isto é, não estavam em boxes ou seções especiais.
- Seções e boxes: B1, B2, B3 e B4 identificaram elementos históricos em seções e boxes do LD.
- Exercícios e atividades: B1, B3 e B4 identificaram exercícios.
- Imagens: B3 identificou elementos históricos em imagens e também em fotos de cientistas.

Das formas de apresentação identificadas em análise paralela pelo investigador, apenas B5 deixou de indicar uma delas que seria a presença de exercícios relacionados a aspectos históricos.

No entanto, apesar da maioria dos alunos conseguir identificar ao menos um dos trechos ou elementos relacionados a cada forma de apresentação, alguns trechos ainda fugiram à análise dos alunos. B1, por exemplo, indica 15 passagens do LD, divididas em *Tópicos no decorrer do texto*, *Seções* e *Atividades*, mas deixa de mencionar um texto, dois exercícios e também algumas indicações de artigos relacionados a história e filosofia da ciência presentes no manual do professor. O que

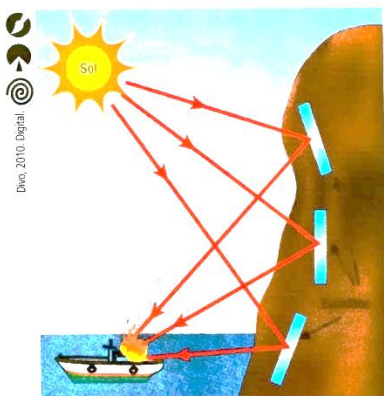
indica que B1 não teria investigado o manual do professor em nessa etapa da análise. Além disso, a escassez de exercícios e problemas relacionados a aspectos históricos que contrasta com as diversas passagens contendo elementos históricos a B1 identificar apenas um dos três exercícios identificados pelo pesquisador. Deixando de lado assim, por exemplo, o exercício de número 10, ilustrado na Figura 4:

Figura 4 – Imagem de exercício não identificado por B1 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.212).

Para que seja possível se enxergar de corpo inteiro em um espelho, ele não precisa ter o tamanho da pessoa. Qual é a mínima altura do espelho utilizado por uma pessoa cujos olhos estão a 1,80 m de altura em relação ao chão para que se possa enxergar inteiramente, por reflexão?

Metade da altura da pessoa.

- 9 Pesquise a razão para as antenas parabólicas terem formato, como o nome diz, de parábolas, em vez de serem esféricas. Não possuem aberração esférica.
- 10 Segundo uma lenda sobre o filósofo Arquimedes, uma das primeiras aplicações militares da Óptica de que se tem registro se deve a ele. Siracusa, sua cidade natal, estava cercada por navios romanos prontos para atacá-la. Arquimedes ordenou que vários soldados polissem seus grandes escudos retangulares de metal e orientou-os a, no momento certo, dispor-se sobre uma linha por ele traçada no chão. Quando um navio romano se encontrava a pequena distância da praia para atacar, à luz do Sol nascente, os soldados foram orientados a posicionar-se e empunhar seus escudos. Em pouco tempo, as velas do navio incendiaram-se. Outros navios que se aproximaram tiveram o mesmo destino.



Supondo ser verdadeira essa lenda, responda às seguintes questões:

- a) Qual seria a disposição dos soldados no alto do barranco? *Formando um espelho côncavo.*
- b) Os navios poderiam ser atingidos por essa "nova arma" em qualquer posição (suponha que os soldados não se movessem)? Explique. *Somente se posicionados no foco dos espelhos.*
- c) Caso os navios não pudessem se aproximar a menos de 400 m do barranco, em razão do relevo submarino, qual seria o raio de curvatura

da linha planejada por Arquimedes a ser seguida pelos soldados com seus escudos? *800 m*

- 11 O farol de um automóvel deve proporcionar boa luminosidade à noite, porém não pode ofuscar a visão dos veículos que se dirigem em sentido contrário. Portanto, é necessário que o feixe de luz que parte dele seja dirigido para a maior área possível da pista à sua frente. Para tanto, utilizam-se espelhos côncavos na confecção dos faróis. Com base nos conceitos relativos a imagens conjugadas por espelhos esféricos, explique se há uma posição ideal para se instalar a lâmpada do farol dentro do conjunto. *Foco do espelho*
- 12 Nos salões de beleza, os esteticistas utilizam espelhos que permitem a eles e a seus clientes visualizarem detalhes importantes da pele do rosto para que o tratamento de beleza seja realizado com eficiência. Observe a imagem a seguir. O espelho deve ampliar tais detalhes para que possam ser avaliados.



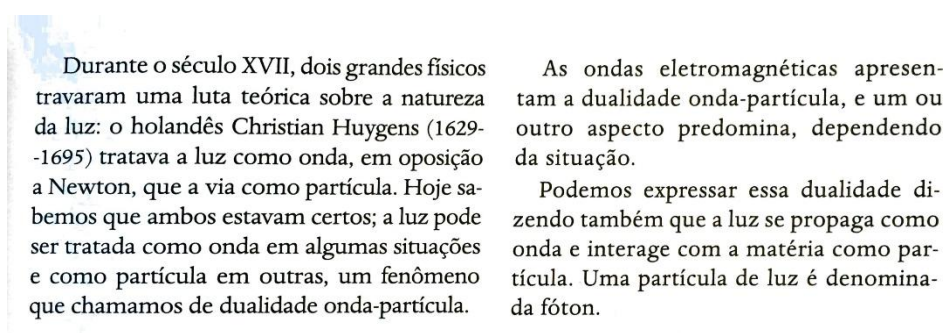
Considerando as regras sobre construção gráfica de imagens conjugadas por espelhos esféricos, responda ao que se pede a seguir.

- a) Qual é o tipo de espelho utilizado nessas situações? *Côncavo.*
- b) A cliente da foto pode sentar-se a qualquer distância dele? Explique. *Entre o foco e o vértice.*
- c) Se o raio de curvatura do espelho valer 20 cm, uma mancha de 2 cm na pele será visualizada ampliada duas vezes se a cliente do instituto de beleza se posicionar a que distância do vértice do espelho? *5 cm*
- 13 Ainda em relação ao exercício anterior, suponha que uma cliente desinformada se posicione muito afastada em relação ao espelho, mas aproxime-se dele por orientação posterior do profissional

B2, por outro lado, apresenta cinco trechos relacionados ao texto, principalmente a introdução de capítulos e seções especiais, mas deixa de mencionar a introdução do capítulo 5 que apresenta elementos semelhantes aos capítulos 11 e 16 apontados por ele. B2 também não menciona em suas análises uma indicação da seção *explore* sobre história, que sugere uma pesquisa relacionada aos significados antigos para os eclipses. Além desses há ainda outras duas indicações realizadas no livro com sugestões relacionadas a história que não são apresentadas por B2.

Já B3, aponta quatro passagens, um trecho do texto, dois exercícios e cinco imagens que relaciona com aspectos históricos. A coleção analisada de fato não privilegia nesse volume (o segundo) os aspectos históricos, para os quais os autores dizem reservar o terceiro volume. No entanto, uma passagem interessante sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz, ainda que curta deixa de ser observada por B3 (Figura 5).

Figura 5 – Imagem de trecho em que B3 não identifica aspectos histórico filosóficos (Kantor et al, 2013, p.89)

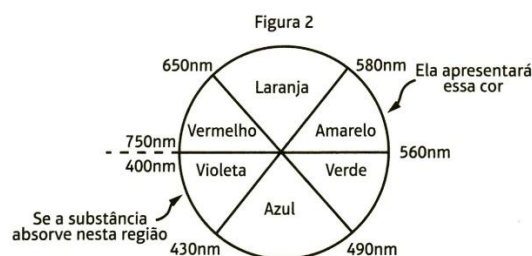
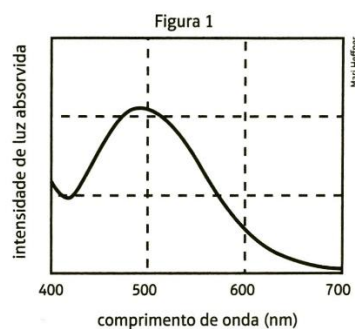


O aluno também não percebe a imagem da luneta de Galileu em seu conjunto de imagens. Além disso, os exercícios mencionados por B3 (Figura 6) não são exatamente passagens que remetam diretamente a aspectos históricos ou filosófico da ciência.

Figura 6 – Imagem de exercícios que B3 relaciona com aspectos histórico filosóficos (Kantor, et al, 2013, p.90 e 91).

5. (UEM-PR) Considerando a ideia do espectro da luz branca, assinale a alternativa correta.
- Um objeto azul iluminado com luz vermelha aparecerá como sendo de cor azul.
  - Usando o disco de Newton com uma das cores subtraídas, a cor resultante, quando o disco girar, ainda será branca.
  - Se um feixe de luz branca incidir sobre uma superfície pintada de preto fosco, somente o violeta não será retido pela superfície.
  - As cores decompostas por um prisma voltarão a ser decompostas em novas cores mediante a passagem por um outro prisma.
  - A cor não é uma característica própria dos objetos.

9. (Enem) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.





Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da figura 1?

- Azul.
- Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

A dificuldade em encontrar exercícios ou problemas relacionados aos aspectos históricos pode ter levado B3 a mencionar esses exemplos, pois os mesmos referem-se a conteúdos que apresentam passagens contendo elementos históricos nos textos, no entanto, como se observa esses aspectos não são abordados nos exercícios. O único exercício relacionado à história identificado pelo pesquisador foi o exercício 2 na página 110 (Kantor et al, 2013), apresentado na Figura 7:



Figura 7 – Imagem de exercício relacionado a aspectos histórico filosóficos (Kantor et al, 2013, p.110).

 Sua parte  4

1. Um farol de automóvel é formado por um espelho esférico côncavo e uma lâmpada. Em que posição deve estar colocada a lâmpada, em frente do espelho, para que o feixe de luz refletido seja o mais paralelo possível?
2. Uma passagem da história das ciências conta que o cientista e inventor grego Arquimedes, que viveu no século III a.C., para defender a cidade de Siracusa, na Sicília (sul da Itália), do exército romano, utilizou uma estrutura espelhada com a qual concentrou os raios de luz, provenientes do Sol, sobre as embarcações da esquadra romana, que atacava a cidade, incendiando-as e conseguindo, assim, livrar a cidade da invasão iminente. Para tanto, Arquimedes utilizou uma estrutura espelhada equivalente:
  - a) a um espelho côncavo.
  - b) a um espelho convexo.
  - c) a uma conjugação de espelhos planos.
  - d) a um espelho plano.
  - e) a uma conjugação de espelhos convexos.
3. A figura a seguir mostra o funcionamento de um holofote em que se usam uma lâmpada e um espelho côncavo de raio de curvatura igual a  $R$ .

Em resumo, B3 apresenta 4 elementos relacionados à história e filosofia da ciência e esquece, no mínimo, outros três. Constata-se assim que a coleção (Kantor et al, 2013) apresenta poucos aspectos relacionados à aspectos históricos sobre a ótica, bem como sobre a própria ótica conforme apontado por B3.

Já B4, apresenta 12 destaques que coincidem com os apresentados por B1, maioria encontra-se junto ao texto, como na passagem da Figura 8, onde são mencionados nomes, datas e experimentos sem uma maior descrição ou contextualização dessas experiências.

Figura 8 – Imagem de exercício não identificado por B1 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.173).

Nas máquinas fotográficas analógicas, é como se o filme fosse posicionado no fundo da câmara escura, onde se forma a imagem. Foi isso que fizemos em nossa máquina de caixa de fósforos. A diferença em relação às máquinas típicas é que elas utilizam lentes para, entre outros, um melhor controle de nitidez das imagens. Nas câmeras digitais, o filme é substituído por um sensor composto de circuitos eletrônicos sensíveis à luz, porém a formação da imagem dá-se seguindo os mesmos princípios.

Não foi apenas com a máquina fotográfica que houve a aplicação da ideia de câmara escura. Ela é antiga – seu primeiro registro é do filósofo chinês Mo-Ti (470-391 a.C.), por volta do século V a.C. – e teve influência sobre a pintura, o modo com que entendemos a visão e mesmo sobre o modo como compreendemos o mundo. Ela tem sido usada como uma maneira primitiva de produzir imagens com utilidade prática pelo menos desde o século XI. Nesse século, o astrônomo árabe Abu Ali al-Hasan (965-1034) publicou uma obra em que descreveu a formação de imagens pela utilização dos conceitos de câmara escura. [Ver Manual – item 6.16.](#)

Em 1267, o filósofo inglês Roger Bacon (1214-1294) observou eclipses solares, sem danificar os olhos, por meio de câmaras escuras. Em 1520, o pintor e inventor italiano Leonardo da Vinci (1452-1519) fez uma descrição – a mais completa que se conhece do período pré-industrial – sobre a formação de imagens invertidas em câmaras escuras. O astrônomo e matemático alemão Johann Kepler (1571-1630) também fez uso desse dispositivo, que ele denominou como câmara escura, para ter maior precisão em seus desenhos de observações astronômicas.

B4 também deixa de lado os mesmos 4 trechos que B1 ignorou e mais três que foram apresentados por B1. Nessa primeira atividade tanto B1 quanto B4 conseguiram identificar um número grande de passagens do LD relacionadas a aspectos históricos. A coleção, de fato, procura apresentar esse elemento em todos os capítulos, o que tornou a análise mais trabalhosa, gerando inclusive algumas reclamações de B1 e B4 sobre a necessidade de analisar todas as unidades de ótica durante a realização das oficinas. A estes foi então explicado que cada coleção teria dimensões mais e menos privilegiadas e que a deles teve uma carga grande de aspectos históricos, mas não necessariamente teria de aspectos experimentais, por exemplo. Assim, cada coleção teria suas características para cada dimensão e que todos teriam de analisar os aspectos relacionados à luz em termos das dimensões estabelecidas.

Por fim, B5 indica 10 trechos relacionados à história e filosofia da ciência, demonstrando conseguir identificar no texto e seções especiais todas as passagens que continha algum elemento que remetesse a história ou filosofia da ciência. Já em relação a exercícios B5 escreve que *“Não existem exercícios com elementos históricos somente com questões para pesquisar no livro”* (B5). No entanto, conforme verificação, há 14 exercícios relacionados a história da ciência no livro. Nesse caso, B5 parece não considerar exercícios (assim designados no próprio livro) atividades como as de número 1, 4, 5 e 6 da Figura 9.

A tarefa proposta no roteiro solicitava a identificação de exercícios e problemas relacionados a aspectos históricos e filosóficos. No entanto, por se tratar de um aluno em início de curso talvez a denominação e distinção entre atividades ainda seja um tanto precária, levando-o a acreditar que por não envolverem dados numéricos tratam-se de “simples” questões para pesquisar no livro e não de atividades para exercitar o que se aprendeu, como um exercício típico. Tal fato mostra que essa é uma questão a ser trabalhada, tanto em relação ao trabalho com o LD, quanto para as demais atividades da prática profissional dos futuros professores.





enxurrada de nomes e datas que, algumas vezes, nada acrescentam a discussão em questão.

Nesse sentido, a identificação dos elementos presentes nas coleções realizada pelos alunos se mostrou razoavelmente satisfatória. Os alunos conseguiram perceber todas as formas de apresentação e, ainda que algumas passagens não tenham sido localizadas, a maioria dos trechos que apresentam algum elemento histórico filosófico foi identificado. Se pode notar ainda, que o elemento que mais apresentou dificuldades de identificação para os alunos foram os exercícios.

Na próxima seção explora-se o conteúdo dos trechos identificados.

#### **4.3.3. Análise dos Conteúdo dos elementos históricos apresentados**

Na análise do conteúdo dos trechos levantados pelos alunos, em relação a datas os alunos foram unânimes em afirmar que predominam datas de nascimento e morte de cientistas. B1, B2, B4 e B5 mencionam ainda datas de teorias e descobertas que são mencionadas nas coleções por eles analisadas. Além dessas, apenas B2 menciona que na coleção que analisou há menção a datas de desenvolvimento de artefatos como lupa, luneta e publicação de artigo.

Essa constatação dos alunos é importante, pois resumir esses elementos à citação de datas pode nos auxiliar a pensar sobre a apresentação da ciência proposta nas coleções. As datas de nascimento e morte de cientistas pode ter um papel importante, por exemplo, para que o aluno possa situar no tempo suas atividades. Mas mais importante ainda se estiver acompanhada de outras datas que criem relações com acontecimentos abordados por outras disciplinas como revolução industrial, iluminismo, por exemplo. Apresentar apenas datas de nascimento e morte, junto a datas de descobertas, que como se sabe não ocorrem exatamente em uma data, mas, em geral, fazem parte de um processo mais longo e tortuoso. Esse tipo de abordagem acaba propagando visões distorcidas da ciência, além de tornar as coleções ainda menos atrativas aos leitores.

O vácuo em que são inseridas as datas nas coleções fica claro na análise dos contextos em que os cientistas estariam inseridos (item de análise do roteiro –

Apêndice B). Apenas B1 e B4 mencionam que haveriam dois trechos em que isso ocorre, tais trechos estão ilustrados nas figuras 10 e 11 a seguir.

Figura 10 – Imagem de possível contextualização identificada por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.158).

capítulo 6

Introdução à Óptica geométrica



Composto de centenas de imagens de satélite que mostram como é a iluminação noturna na América do Sul

Você é capaz de localizar a sua cidade na imagem ao lado? E as grandes cidades da América do Sul? Mesmo sendo uma composição de fotos tiradas durante as noites, surpreendentemente conseguimos identificar algumas cidades e mesmo alguns países. É possível perceber que a iluminação feita pelo ser humano destaca particularmente algumas áreas. Em sua opinião, há alguma relação entre as áreas mais iluminadas e o desenvolvimento econômico?

Um olhar atento mostra que as áreas com atividade econômica mais desenvolvida, como o Sudeste brasileiro, consomem ser mais intensamente iluminadas. Por outro lado, a Região Norte, cuja densidade de atividade econômica é relativamente baixa, é bem menos iluminada.

Esse fato não reflete necessariamente quais são as regiões mais desenvolvidas do continente, pois a densidade demográfica também deve ser considerada. Regiões pouco povoadas terão, por consequência, menor iluminação. Contudo, com frequência regiões com baixa densidade demográfica apresentam menor nível de desenvolvimento econômico. Podemos destacar também que a maioria das grandes cidades está localizada nas proximidades de rios e oceanos, o que facilita a agricultura e a troca de bens pela via marítima.

Lamparina a óleo usada desde o século XVI




Além de boas localidades para se estabelecer, a humanidade tem buscado, desde tempos remotos, fontes de luz que lhe permitam enxergar sem precisar do Sol. O domínio do fogo foi uma grande conquista, pois além de ter sua função no preparo dos alimentos, como vimos no capítulo 3, permitiu que a espécie humana executasse tarefas durante as noites e mantivesse predadores afastados.

Das tochas existentes desde a Idade da Pedra, há aproximadamente 100 mil anos, desenvolvemos, no início do século XVI, as lamparinas – nas quais um pavio embebido em óleo de baleia ou azeite produzia chamas que poderiam durar dias ou até meses, dependendo da quantidade de óleo utilizada. Com a moderna indústria petrolífera em meados do século XIX, o querosene passou a ser o combustível utilizado – encerrado em um tubo de vidro, tornava a chama ainda mais intensa. Esse princípio de funcionamento é o mesmo do lâmpião, que até hoje é utilizado em algumas localidades quando não se conta com outras fontes de luz.

[Ver Manual – item 6.1.](#)

Na primeira metade do século XVII, o médico e pesquisador belga Jan Baptista van Helmont (1580-1644) observou que a queima do sódio desprende uma substância que ele denominou “espírito” do que foi queimado, que ele denominou

Por volta de 1850, a iluminação com óleo passou a ser substituída pelo lâmpião a querosene, líquido destilado pelo médico e geólogo canadense Abraham Pineo Gesner (1797-1864)

Figura 11 – Imagem de possível contextualização identificada por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.223).

O funcionamento das lâmpadas feitas com garrafas de PET baseia-se na reflexão total da luz, sendo utilizadas para a iluminação das casas durante o dia, valendo-se da luz solar que chega até as garrafas. No entanto, haveria uma forma de “aprisionar” a luz e transmiti-la entre pontos distantes? Essa ideia já existe há bastante tempo, remontando à Grécia Antiga, em que se pensava na possibilidade de transmitir informações por meio de sinais de fogo. Porém, foi necessário um longo desenvolvimento da Óptica para que fosse possível compreender os aspectos relativos à natureza da luz e ao seu comportamento, o que tornaria possível esse aprisionamento da luz. Dentre os pesquisadores que se dedicaram a compreender o comportamento da luz está o físico irlandês John Tyndall (1820-1893), que por volta de 1870 demonstrou ser possível manter a luz no interior de finos feixes-d’água usando a reflexão total. [Ver Manual – item 8.8.](#)

O sonho seria alimentado e retomado bem mais tarde, com a invenção do *laser*, em 1960, quando os cientistas passaram a considerar seriamente a possibilidade de transmitir informações usando a luz. Em vez de um filete de água, a ideia era utilizar fibras de vidro. Alguns estudos teóricos já indicavam a possibilidade de transmitir uma quantidade de informação de dezenas de milhões de horas de programação televisiva em apenas um pulso luminoso.

Em 1970, pesquisadores de uma empresa americana de cerâmicas e vidros conseguiram transmitir dados por fibras ópticas em uma extensão de 1 km com qualidade equivalente à transmissão elétrica por cabos de cobre. Nas décadas seguintes o desenvolvimento tecnológico seria tamanho que a transmissão por fibras já superaria em mais de 90% a qualidade daquelas utilizando cabos de cobre.

O abajur de fibra óptica é utilizado em decoração de ambientes



Como se percebe, apesar de mencionados como trechos que apresentam o contexto onde estariam imersos os cientistas, estes também não passam de datas sem maior associação com elementos externos à ciência ou com o próprio conhecimento científico em questão.

Em relação à descrição de experiências, B1 e B4 mencionam apenas que estas são apresentadas sem mencionar os processos envolvidos, conforme descrito anteriormente na Figura 8. Já B2 menciona que a coleção apresenta três procedimentos utilizados para a medida da velocidade da luz e também as ideias de Newton para a decomposição da luz branca, conforme a imagem a seguir.



Figura 12 – Imagem de possível contextualização identificada por B1 e B4 (Martini et al, 2013, p.217).

**PARA SABER MAIS Sempre foi assim?**

### O Experimentum crucis de Newton

Um experimento é sempre planejado após uma análise teórica. A ideia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a "mente vazia" ou que "os experimentos falam por si sós" é um velho mito científico. Quando Newton se dedicou ao estudo das cores, estava profundamente preocupado com algumas teorias sobre a luz: teorias guiam os experimentos – não o contrário.

No primeiro experimento de Newton, a forma alongada da mancha projetada na parede era produzida por diferentes cores. Cada cor emergia do prisma em uma direção diferente. Atualmente, interpretamos isso como uma *separação* das cores previamente existentes na luz branca. No entanto, essa não é a única (ou mesmo a mais intuitiva) interpretação.

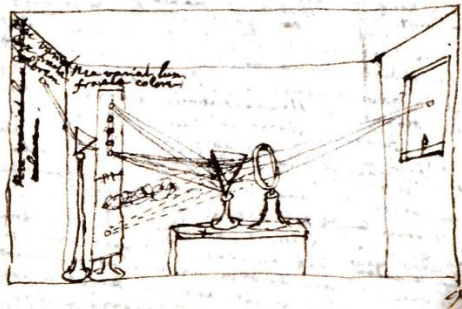
A primeira ideia que ocorreu a todos da época – inclusive ao próprio Newton – foi que o prisma *produzia* cores – isto é, a luz branca seria *transformada* em uma série de cores pelo prisma. De fato, a luz branca sempre pareceu ser o tipo mais simples de luz. Quando ela passa através de um corpo colorido transparente ou translúcido ela adquire cores – e isso parece ser uma *transformação* da luz. Da mesma maneira, acreditava-se que o prisma *criava* as cores – isso não seria apenas uma *separação* das cores.

Em seu artigo de 1672, Newton já havia chegado à conclusão "correta": cada cor espectral tem propriedades fixas e imutáveis; e cada cor tem uma refringência específica. Essa ideia de Newton não é intuitiva. Ela não surgiu automaticamente em sua mente, mas, sim, lentamente, após um trabalho intenso. O ponto principal foi descobrir se as cores podem ser transformadas e criadas ou não. Este é o objetivo principal do *Experimentum crucis* de Newton.

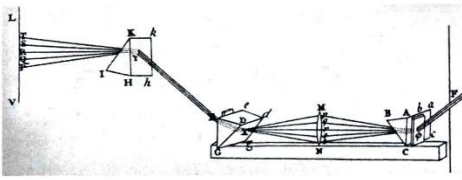
Neste experimento, um feixe de luz solar passa através de um primeiro prisma e atinge um anteparo com um pequeno furo, de modo que uma pequena parte do espectro (uma única cor) passe através dele. Este feixe secundário atinge um segundo prisma. Newton observou que o segundo prisma não mudava a cor do feixe secundário, notando também que as cores diferentes sofriam deflexões diferentes no segundo prisma: a luz vermelha novamente sofria o menor desvio e a violeta o maior [...].

Newton comparou este experimento ao que ocorria no caso da luz branca em um único prisma: cores diferentes aparecem e cada uma delas é defletida em uma direção diferente. Sua explicação foi que a luz branca

consiste em uma mistura de todas as cores que aparecem no espectro, cada cor sendo *separada* das outras – mas não *criadas* – pelo prisma, devido a suas diferentes **refrangibilidades**. Essa hipótese também explicaria a forma alongada da mancha do primeiro experimento: "[...] a verdadeira causa do comprimento da imagem [...] não é outra, senão que a Luz consiste em raios diferentemente **refrangíveis** que, sem qualquer diferença em suas incidências, foram transmitidos em direção a diferentes partes da parede, de acordo com seus graus de refrangibilidade (Newton 1672a, p. 318)". [...]



Desenho de Isaac Newton para seu Experimentum crucis.



Esquema de Optiks mostrando uma das variantes do Experimentum crucis.

SILVA, Cibelle C.; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula. *Revista Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/05.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2013.

**Glossário**  
**Refrangibilidade.** Propriedade ou qualidade do que é refrangível.  
**Refrangível.** Que se pode refratar.

**Ampliando sua leitura**

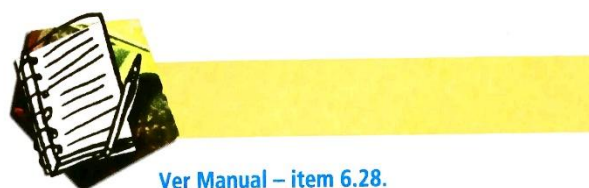
- 1 O texto apresenta duas concepções sobre a decomposição da luz branca ao passar por um prisma. Quais são? Ambas ainda são aceitas?
- 2 Descreva o experimento que Newton realizou para demonstrar a natureza da luz branca.

B5 também identifica que a coleção analisada por ele apresenta os experimentos de Francisco Maria Grimaldi e Thomas Young sobre a difração e interferência, respectivamente. No entanto, assim como B2, não apresenta uma avaliação sobre a apresentação desses experimentos.

Sobre os dados também os alunos encontram predominantemente (B1, B2, B4 e B5) datas de nascimento e morte e, em menor medida, profissão e nacionalidade (B4 e B5). Apenas B3 aponta não ter encontrado nenhum dado.

Quanto aos exercícios, apenas B1 e B4 mencionam que há um exercício e que este propõe uma pesquisa sobre a natureza da visão.

Figura 13 – Imagem de possível contextualização identificada por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.189).



Resolva as atividades a seguir no caderno.

1. Faça uma pesquisa sobre as teorias da Antiguidade sobre a natureza da visão, isto é, as explicações de como enxergamos. Alguns nomes que podem lhe ajudar nessa pesquisa são Empédocles, Leucipo e Lucrécio. [Pessoal](#).

Apesar de B3 e B5 terem identificado exercícios, conforme foi apresentado anteriormente, os exercícios apontados por B3 não traziam elementos histórico filosóficos. Já B5 os exercícios por desconsiderá-los chamando-os de questões. Conforme mencionado anteriormente os exercícios foram os elementos mais discrepantes na análise das formas de apresentação de conteúdos históricos filosóficos, isto é, foram o elemento que menos os alunos identificaram sobre a dimensão histórico filosófica. Além disso constata-se que em geral os conteúdos resumem-se, em grande medida, a nomes, dados biográficos e profissões

#### **4.3.4. Instruções ao professor relacionadas aos elementos históricos**

Sobre a análise das instruções ao professor relacionadas à aspectos histórico filosóficos da ciência, chama atenção o fato de que apenas um aluno (B2) menciona as instruções e o manual do professor em suas conclusões, elaboradas após o

processo de análise que utilizou o roteiro para dimensão histórico filosófica do LD (Apêndice B).

Sendo assim, a análise das instruções ao professor na maioria dos casos fica restrita à identificação dessas instruções, pois era o que exigia o roteiro de avaliação. B1 e B4 assim procederam.

Ao longo do texto, não são dadas instruções ao professor. No manual do professor, nos itens relacionados à parte do texto com aspectos históricos identificados, há outros aspectos históricos, mais específicos e sugestões de leitura. Não há instruções de como o professor pode trabalhar os aspectos históricos, como pode ser observado na figura 4a. Há uma única instrução identificada no manual, relacionada ao texto da página 181, como pode ser observada na figura 4b. (B1)

As Figuras 14 e 15 a seguir representam as imagens que B1 chama de 4a e 4b, respectivamente.

Figura 14 – Imagem de orientações ao professor identificada por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.90 do manual do professor).

**Orientações didáticas**  
CAPÍTULO 6

- **Item 6.1** – A maior intensidade se dava pela circulação de ar no tubo, que, pela renovação do ar dada pelas correntes direcionadas de convecção, mantinha alta a concentração de oxigênio no interior do tubo. O formato dos tubos também podia, por refração, direcionar melhor os raios de luz para os objetos a serem iluminados.
- **Item 6.2** – William Murdoch foi fundador de uma empresa de máquinas a vapor com os pesquisadores e inventores britânicos Matthew Boulton (1728-1809) e James Watt (1736-1819).
- **Item 6.3** – No capítulo anterior, Humphry Davy foi citado em razão de suas pesquisas sobre Estudo dos Gases e Termodinâmica. Atento às recentes descobertas de seu tempo, Davy fez parte de pesquisas em várias frentes, com contribuições também para o Eletromagnetismo, a Química Inorgânica, a Termoquímica e a Eletroquímica.
- **Item 6.4** – Existem referências que não atribuem a Edison a invenção da lâmpada incandescente, dando o pioneirismo a Swan e entendendo a lâmpada de Edison como um aprimoramento. Foi essa a posição assumida nesta obra. Contudo, há estudos que defendem que as invenções foram independentes.
- **Item 6.5** – Um estudo de 2006 afirma que um aumento de 25% na iluminação noturna ocasiona um prejuízo de

Figura 15 – Imagem de orientações ao professor identificada por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.92 do manual do professor).

- **Item 6.21** – A maioria dos controles remotos funciona com luz infravermelha intermitente. Se possível, reproduzir esse experimento em sala, promovendo um debate inicial envolvendo elaboração e discussão de hipóteses.
- **Item 6.22** – Interpretar e discutir com os alunos a pergunta. A afirmação de Simplicio toma o tempo levado para ouvir o som como referência para analisar a velocidade da luz. No entanto, não há referencial para avaliar a velocidade da própria luz. Assim, a única coisa que poderia ser concluída é que a velocidade da luz é maior que a do som.
- **Item 6.23** – Alguns aspectos são levados em consideração ao se fazerem medidas sobre a retrorrefletividade, como se observa na citação a seguir.



A coleção analisada por B1 e B4, de fato não apresenta instruções específicas para o trabalho com aspectos históricos da ciência. Porém, no manual do professor podem ser encontrados, além das informações complementares identificadas por B1 e B4 na Figura 16, diversos textos adicionais que envolvem inclusive excertos de pesquisas acadêmicas, como o trecho do texto “Utilizando da História da Ciência no Ensino de Física: vantagens e desvantagens” que é uma publicação do SNEF de 2003.

Figura 16 – Imagem de trecho do texto complementar (Artuso e Wrublewski, 2013, p.88 do manual do professor).

## Resolução comentada da avaliação sugerida

1. Os espelhos utilizados são do tipo convexo, que geram uma imagem virtual, direita e menor. Como a função do espelho é permitir a visualização de uma grande região, a grande vantagem ao se utilizarem espelhos convexos é permitir a ampliação do campo de visão, em comparação com outros formatos de espelhos com as mesmas dimensões.
2. O princípio de funcionamento da fibra óptica é o da reflexão total. A interface serve para que ocorra a reflexão total, ou seja, sua função é refletir totalmente a luz de volta para o núcleo. Para que isso ocorra, o índice de refração do material da interface deve ser inferior ao do núcleo. Controlando-se o ângulo de incidência da luz, é possível observar a reflexão total, desde que este ângulo seja superior ao ângulo-limite dado

pela relação:  $\text{sen } \hat{L} = \frac{n_{\text{interface}}}{n_{\text{núcleo}}}$ .

3. O Sol se põe (posição real), antes mesmo de desaparecer no horizonte (posição aparente), uma vez que uma consequência da refração é formar a imagem do astro mesmo após ele cruzar o horizonte.

Essa atividade, bem como a anterior, tem um caráter mais tradicional, mas pode ser expandida pedindo-se aos alunos para pesquisarem sobre o diamante (ou outras pedras preciosas) e montarem, em grupo ou individualmente, uma história em quadrinhos sobre o assunto. Nessa história, devem estar presentes explicações físicas sobre o diamante, mas também questões relativas à extração dessa pedra na natureza e sua utilização na sociedade. O filme *Diamantes de sangue*, de 2006, pode ser usado para essa problematização.

## Texto complementar

A História das Ciências abre um grande leque de oportunidades para que os conceitos científicos, a visão e o funcionamento das Ciências sejam trabalhados com os alunos. Ao mesmo tempo, exige uma pesquisa profunda e um cuidado intenso no processo de ensino-aprendizagem.

A discussão de inventos, em particular, pode ser proveitosa; é o caso de instrumentos ópticos como os tratados na unidade 3. Perguntas, por exemplo, de como a luneta mudou as relações tecnológicas na época do Renascimento podem ser objetivo de pesquisa e discussão.

O seguinte texto discorre sobre a utilização da História das Ciências.

### Utilização da História da Ciência no ensino da Física: vantagens e desvantagens

Ultimamente temos visto de fato uma grande redução da qualidade do ensino em que muitas vezes os estudantes, simplesmente, decoram as fórmulas sem compreender o seu significado. O uso da História da Ciência pode melhorar a qualidade do ensino tornando as aulas mais desafiadoras e reflexivas, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico e levando a um entendimento mais integral do conteúdo abordado, superando a falta de significação das fórmulas e levando o aluno a uma visão mais humana da Física.

Humana porque a história leva em consideração os contextos sociais em que os cientistas estão inseridos. O Conselho Britânico de Currículo Nacional afirma que:

*“... os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem”. (NCC, 1988, p. 113).*

Compreender o significado sócio-histórico das descobertas científicas é de vital importância para percepção contextual das mesmas. Por exemplo, a unificação dos conceitos de eletricidade com os conceitos de magnetismo possibilitou a concepção de inúmeras tecnologias. Entre as quais podemos citar o rádio e a televisão que muito influenciaram as transformações socioculturais sofridas pela humanidade nos últimos anos.

Não é possível em um curso demonstrar todas as discussões a que ao longo da história as “verdades” científicas foram submetidas. Isso porque o curso se tornaria extremamente cansativo para o estudante, que segundo Mach, o máximo que se poderia obter seria uma teia de pensamentos frágeis demais para se construir uma base sólida, porém complicados o bastante para gerar confusão. Mas que pelo menos os alunos possam considerar algumas das questões intelectuais que estão em jogo e considerar que há perguntas a serem feitas e a partir daí começar não somente a refletir sobre as respostas como também perceber quais são as respostas válidas e que tipos de evidências poderiam sustentar essas respostas.

Esse texto, ignorado pelos alunos B1 e B4 também na identificação dos aspectos históricos, traz elementos para discussão da consideração de aspectos históricos e filosóficos da ciência no ensino. Além disso, como se pode notar no trecho ilustrado pela Figura 15, há indicação de perguntas para a utilização em sala de aula sobre inventos como a luneta.

Os autores, ainda que não tragam explicitamente as instruções a todas as passagens com elementos históricos, apresentam suas intenções em relação a estes elementos e que estes permeariam toda a coleção, o que foi constatado por B1 e B2. Os mesmos mencionam também que a seção “Viagem no tempo” que são seções especiais, onde os autores pretendem “apresentar passagens importantes da História da Ciência, bem como mostrar o contexto histórico em que teorias foram desenvolvidas.” (ARTUSO E WRUBLEWSKI, 2013, p.17 do manual do professor).

Com isso, o que se constata é que B1 e B4 não conseguem identificar as instruções para cada item por eles apontados na análise, assim ambos mencionam que não haveriam instruções de como utilizar os aspectos históricos. No entanto, em sua análise deixam alguns elementos importantes de lado.

Ao mesmo tempo, B2 identifica instruções apenas para dois trechos identificados. Na indicação de duas leituras associadas a uma seção especial e também em instruções para a utilização de um texto, conforme a ilustração da Figura 17.

Figura 17 – Imagem de instruções sobre o uso de um texto histórico (Martini et al, 2013, p.86 do manual do professor).



Pode-se iniciar o trabalho com o texto perguntando aos alunos se é possível que objetos se movam a velocidade superior à da luz, sem citar o vácuo ou qualquer meio. Caso a resposta seja negativa, pode-se propor a questão ao apresentar o conceito de refração, lembrando as seções anteriores de “Diálogos com a Física Moderna” em que o limite da velocidade da luz é citado. É importante reforçar que, apesar de isso ser possível em determinados meios, o fato não representa uma violação do postulado da teoria da relatividade, pois não estamos considerando a luz no vácuo.

Além disso, esse momento também é uma oportunidade de destacar a participação da ciência brasileira em um projeto da importância do observatório Auger.



Além desse trecho, a coleção apresenta na parte geral do manual aspectos históricos relacionados à ótica, indica sua presença na introdução de alguns capítulos (concordando com a análise de B2), indicação de textos (não identificados por B2, conforme já relatado anteriormente) e na seção “Explore em História” que, segundo os autores (Martini et al, 2013), oferecem propostas de trabalho que relacionam a física a outras áreas do conhecimento. Desses trechos, apenas os aspectos históricos do início da unidade 5 apresentam instruções diretas a forma de trabalhar com os elementos históricos sugerindo o diálogo sobre aspectos históricos e apresentam algumas possibilidades para promover esse diálogo em sala de aula. Os demais necessitam de uma leitura mais atenta para serem identificados e interpretados

B3, por outro lado, não consegue identificar nenhuma instrução ao professor sobre a utilização dos aspectos históricos na coleção analisada. O aluno aponta que os autores mencionam a importância deles no ensino de ciências. De fato, essas instruções também não foram localizadas pelo investigador.

Já B5 identifica que há instruções sobre o trabalho com um texto presente na coleção. Essa aparece no MP, em instruções antes de iniciar os capítulos, onde os autores apresentam suas sugestões para o trabalho em classe como: “Esse texto apresenta a concepção de luz de acordo com a Física Moderna. Você poderá propor uma leitura individual em casa e, depois, uma discussão da questão em grupo, na classe.” (GONÇALVES FILHO E TOSCANO, 2013, p.2, instruções ao capítulo 7.). Além dessa breve instrução, segundo B5, a coleção apresenta ainda a sugestão ao professor para evidenciar a importância da História da Ciência.

A partir dos resultados da análise das instruções ao professor, se pode concluir que as coleções se preocupam em contemplar elementos histórico filosóficos e, principalmente, em afirmar isso nas instruções ao professor. No entanto, há pouca instrução de fato, sobre como se pensa o trabalho com esses elementos na sala de aula.

Por outro lado, apesar de serem escassas as instruções mais específicas para o trabalho com a dimensão histórica do conhecimento em sala de aula, os alunos conseguem identificar quando estas aparecem. No entanto, instruções mais gerais como sugestões de leitura que apresentam subsídios indiretos como os textos apresentados por Artuso e Wrublewski (2013) não foram identificados pelos alunos.

A limitação da instrução do roteiro proposto que solicitou apenas a identificação das orientações ao professor e não esclarecimentos sobre as instruções ao professor não permitiu ter uma ideia da avaliação dos alunos sobre essas instruções. Nesse sentido, alguns indícios podem ser identificados na análise da relação entre aspectos históricos e aspectos conceituais realizada pelos alunos e apresentada a seguir.

#### **4.3.5. Relações entre os aspectos históricos e os aspectos conceituais**

A análise das relações entre aspectos históricos e conceituais realizada pelos alunos demonstra que nenhum deles avalia que estas sejam completamente adequadas. Para a maioria (B1, B2, B4 e B5) apenas em algum trecho essa relação ocorre de forma a estabelecer uma complementariedade com os aspectos conceituais. Já para B3 os aspectos históricos resumem-se apenas a apresentar datas e imagens, sem uma maior vinculação com o texto.

De maneira geral, os itens históricos funcionam apenas para apresentar datas e situar no período em que os conceitos foram desenvolvidos. As imagens, ainda, apresentam o rosto dos cientistas e permitem ainda, perceber quem são eles e como se relacionavam. (B3)

Para os demais, a maioria dos aspectos históricos também se apresenta assim. No entanto, B1, B2, B4 e B5 apontam que em alguns pontos há uma maior interação entre os aspectos históricos e os conceituais B1 e B4, por exemplo, mencionam um trecho onde são discutidos experimentos utilizados para medir a velocidade da luz. Para B1:

Muitas vezes os elementos históricos trazem informações históricas sem relacionar essas informações diretamente com os conteúdos conceituais, à exceção da página 181-182-183 do capítulo 6, que trata da velocidade da luz e descreve todas as etapas que foram realizadas para o cálculo. (B1)

As análises de B1 e B4 divergem da análise apresentada no GLD (Brasil, 2014) que aponta que “Nos casos da abordagem histórica, a coleção consegue integrá-la aos conteúdos específicos dos capítulos, não se constituindo em tópicos complementares ou suplementares” (BRASIL, 2014, p.43). De fato, a coleção

analisada por esses alunos (Artuso; Wrublewski, 2013) apresenta, dentre as coleções analisadas aquela que mais contém informações históricas ao longo do corpo do texto, no entanto, aos olhos de B1 e B4 não são todos os trechos que apresentam essa integração.

Não há contextualização dos aspectos históricos com a construção histórica dos conhecimentos. Os fatos são, muitas vezes, apresentados de forma pontual, mencionando as descobertas e invenções mas não tudo o que acontecia no período histórico. Isso se aplica tanto para os aspectos históricos identificados nas seções quanto os do corpo do texto. (B4)

B2 e B5 também seguem essa linha, apontando que em alguns trechos a coleção se aproxima mais do que aparentemente consideram adequado:

Introdução: Os elementos históricos apresentados nas introduções dos capítulos servem para contextualizar o aluno sobre os conteúdos que serão abordados durante aquele capítulo. As introduções procuram situar o aluno de acordo com as evoluções dos determinados conteúdos ao longo do tempo, sem maiores detalhes ou aprofundamentos. Seção “Para saber mais – sempre foi assim?”: Nessa são explorados tópicos específicos que foram citados ou trabalhados nos capítulos. Nessas seções, além de situar o aluno ao longo do tempo pelas datas, há um maior detalhamento e aprofundamento sobre como tais conhecimentos foram construídos. (B2)

Em partes, pois em algumas partes do livro é possível ter uma pequena noção do que está acontecendo pois ele faz referência a conhecimentos já obtidos. EM outras partes não é possível ter essa noção, pois ele não faz referência ao ambiente e ao “mundo” em que o cientista está inserido. (B5)

Nesse sentido B1, B2 e B4 referem-se justamente às seções especiais como sendo as que apresentariam uma relação mais interessante entre os aspectos históricos e os conceituais.

#### **4.3.6. Análise das visões de ciência no LD**

Após a análise dos elementos históricos filosóficos nas coleções foi proposta a atividade de tomar as visões adequadas e inadequadas de ciências elencadas por Gil-Perez e colaboradores (2001) e identificar nos LD trechos das coleções que pudessem auxiliar na construção de uma visão mais próxima da adequada da ciência, bem como

trechos que possam servir para propagar visões deformadas sobre a atividade científica.

As visões inadequadas que os alunos apontaram nas coleções encontram-se no Quadro 7.

<b>Visão inadequada</b>	<b>BID</b>	<b>Total</b>
8. <i>Visão empírico-indutivista e ateórica</i>	B4	1
9. <i>Visão rígida</i>	B1	1
10. <i>Visão aproblemática e ahistórica</i>	B1, B2, B3	3
11. <i>Visão exclusivamente analítica</i>	B2	1
12. <i>Visão acumulativa, linear</i>	B3, B5	2
13. <i>Visão individualista e elitista</i>	-	-
14. <i>Visão socialmente neutra</i>	-	-

Quadro 7 – Distribuição das passagens dos LD que, segundo os alunos, corroboram visões inadequadas de ciência.

Percebe-se nessa distribuição que os alunos não apontam passagens dos LD com visões inadequadas relacionadas ao caráter mais social da ciência, como as visões I6 e I7. A maior concentração se dá na visão I3.

Das dez indicações de trechos esperadas, já que a atividade do Apêndice B solicitava duas indicações de cada aluno, ocorreram oito indicações. Dessas, cinco apresentam trechos potencialmente propagadores de ideias inadequadas da ciência, conforme as descrições discutidas nas AD. No entanto outras três não alcançam o objetivo de identificar adequadamente trechos que poderiam difundir as visões deformadas discutida.

Dentre as indicações que identificam e, minimamente, justificam por que estes trechos apresentam passagens possivelmente propagadoras de uma visão *aproblemática e ahistórica* ciência foram:

O autor apenas menciona quem propôs o Princípio e o que ele significa, não relatando especificamente como e o que ocorreu. (B1)

As leis da reflexão e da refração são apresentadas de forma isolada, sem nenhuma contextualização ou explicação de como elas foram elaboradas. (B2)

Apresenta os dois modelos, sem esclarecer quais foram as fases de construção deles e como se relacionam (B3)

Os alunos B1 e B2 mencionam aspectos conceituais específicos (princípio e leis) identificando a falta de uma contextualização ou explicação sobre estes. De fato, o que se percebe nos LD é que, por mais que o PNLD exija a inclusão de aspectos como a história e outras formas de contextualização, muitas coleções acabam incluindo esses aspectos, mas mantendo a apresentação da estrutura conceitual distantes dos mesmos, seja uma distância física entre as palavras ou entre o significado, mesmo com as palavras próximas.

Já B3 menciona uma passagem sobre as cores e a interpretação de Newton e Goethe para sua formação. Esse trecho encontra-se na Figura 18.

B3 traz como exemplo a apresentação de diferentes teorias, que têm construções bastante complexas e nessa apresentação não traz os problemas que levaram às suas construções, nem os problemas que enfrentaram após sua construção. Além disso, o texto pode dar a ideia de que Newton e Goethe tenham “defendido” suas teorias no mesmo período, ainda que as datas de nascimento e morte indicadas no próprio LD apontem o contrário.

Figura 18 – Imagem do trecho que o aluno B3 apresenta como exemplo para a propagação de visão inadequada de ciência (Kantor et al, 2013, p.87).

A composição de pigmentos coloridos, como aquela em imagens coloridas impressas, tem resultados diferentes da composição de luzes coloridas. A junção de luzes de todas as cores produz o branco; a de

pigmentos de todas as cores, o preto. Esse fenômeno foi discutido por dois grandes pensadores: o físico inglês Isaac Newton (1642-1727) e o pensador alemão Johann Wolfgang Goethe (1749-1832).



Newton mostrou que a composição de luz de todas as cores corresponde à cor branca. Ele criou uma teoria que tratava a luz como partículas, chamada teoria corpuscular da luz.



Goethe mostrou que a mistura de pigmentos de todas as cores produz a cor preta e criou uma teoria sobre a natureza das cores conhecida como doutrina das cores.

Newton defendia que a sobreposição das cores seria responsável pelo branco, por isso são chamadas de cores aditivas. Para demonstrar sua teoria, desenvolveu um dispositivo chamado "disco de Newton" e realizou a experiência da decomposição e recomposição da luz branca e de seus componentes através do prisma.

Goethe baseava sua concepção de cor na arte: as pinturas utilizam tintas coloridas, que são compostas de pigmentos, os quais funcionam subtraindo as cores da luz incidente – um pigmento azul absorve todas as cores, exceto a azul, que é refletida. Por isso, as cores dos pigmentos são chamadas de cores subtrativas, e sua composição resulta em preto.

Essas duas formas de pensar as cores atualmente são conhecidas como *cor-luz* e *cor-pigmento*.

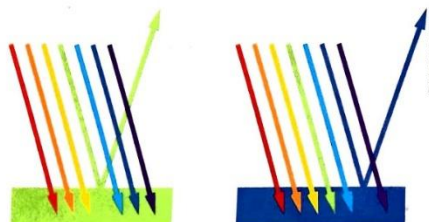


Teoria da *cor-luz*: cores aditivas. Luz branca decomposta por um prisma de vidro.

Além dos cones, o olho humano possui bastonetes, que são células fotorreceptoras sensíveis à presença de luz. Independentemente da cor, essas células são responsáveis por nossa visão no escuro, em preto e branco, assim como pela percepção dos contornos e dos contrastes. Os bastonetes, além de serem muito mais sensíveis à luz que os cones, estão em muito maior número.



Representação esquemática do disco de Newton. Girando-o rapidamente, forma-se uma imagem branca, pois vê-se a sobreposição da luz refletida por cada parte do disco e a composição das diversas luzes coloridas, que resulta em branco.



Teoria da *cor-pigmento*: cores subtraídas (representação esquemática).

B5 também conseguiu identificar um trecho bastante emblemático, sobre a visão cumulativa e linear da ciência, representado na Figura 19.

Figura 19 – Imagem do trecho que o aluno B5 apresenta como exemplo para a propagação de visão inadequada de ciência (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.98).

## 1. Luz e visão

### Qual é a diferença entre luz e visão?



Figura 1: Representação do conceito de visão na Antiguidade.

A visão é um tema que, em diferentes épocas, despertou o interesse de médicos, poetas, escritores, engenheiros, físicos e psicólogos, entre outros. Já se escreveu, por exemplo, que os olhos são as "janelas para o mundo" e que o "olho humano constitui-se num instrumento sofisticado que permite relacionar o cérebro com o mundo".

O estudo da luz, e dos fenômenos a ela associados, vem se desenvolvendo desde a Antiguidade. Uma das primeiras hipóteses sobre o funcionamento da visão surgiu há muito tempo. Supunha-se que ela resultava de "raios visuais" emitidos pelos olhos, que se dirigiam aos objetos e "apreendiam" sua imagem (figura 1).

Entretanto, na ausência de luz, temos muita dificuldade para distinguir objetos. Verificou-se, então, que os olhos não emitem "raios visuais", mas, ao contrário, recebem a luz refletida dos objetos. Por isso, uma pessoa com deficiência visual não consegue enxergar os objetos: ela não percebe a presença da luz.

Os físicos entendem, hoje, que o fenômeno da visão resulta da combinação desses dois elementos: a **luz** e o **olho**. Em outras palavras, podemos dizer que a reação do olho à luz desencadeia em nosso cérebro uma série de processos, como memória, conhecimento, reconhecimento etc.

Nessa página, na primeira frase do segundo parágrafo há um trecho que representa com clareza essa visão cumulativa e linear, quando os autores escrevem: "O estudo da luz, e dos fenômenos a ela associados, vem se desenvolvendo desde a Antiguidade" (GONÇALVES FILHO E TOSCANO, 2013, p.98). Com isso, percebe-se que B5 consegue identificar corretamente no LD um trecho que pode vir a propagar essa visão cumulativa e linear da ciência. A seguir é reproduzida a justificativa de B5.

O livro corrobora essa visão inadequada, pois ele dá uma leve ideia de como os gregos pensavam e depois disso mostra como é entendido atualmente, sem discutir o processo de pensamento e entendimento que ocorreram ao longo dos anos para a interpretação desse fenômeno. (B5)

Além desses, B2 aponta dois trechos (Figuras 20 e 21) para ilustrar a visão exclusivamente analítica da ciência.

Figura 20 – Imagem do trecho que o aluno B2 apresenta como exemplo para a propagação de visão inadequada de ciência (Martini et al, 2013, p.168).

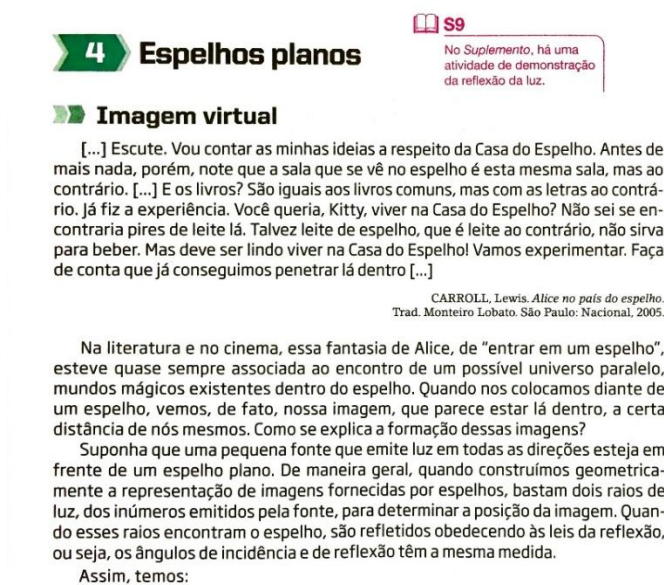
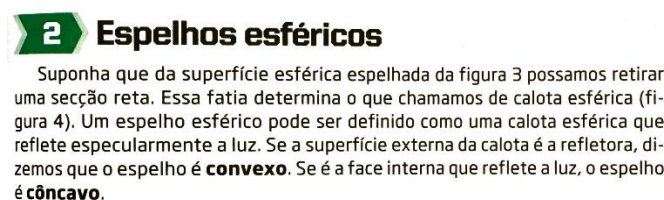


Figura 21 – Imagem do trecho que o aluno B2 apresenta como exemplo para a propagação de visão inadequada de ciência (Martini et al, 2013, p.177).



A justificativa de B2 refere-se a falta de relação entre os conteúdos de espelhos planos e esféricos:

Os conteúdos são separados em itens, sem ser estabelecidas conexões entre os mesmos. Como pode ser visto nas imagens abaixo, primeiramente o livro aborda os espelhos planos, com explicações sobre eles e no capítulo seguinte traz explicações sobre os espelhos esféricos. Entretanto, em nenhum momento das explicações ambos os conteúdos são relacionados, como por exemplo, ao iniciar as explicações sobre os espelhos esféricos poderia ser feita uma retomada do que havia sido trazido no capítulo anterior sobre os espelhos planos. (B2)

Os trechos ilustrados nas Figuras 20 e 21 apresentam não apenas a falta de relação, mas um aspecto importante sobre toda a estrutura da física apresentada no



LD, já que os espelhos planos e esféricos estão em capítulos distintos. Os espelhos planos aparecem no Capítulo 12, intitulado “Reflexão da Luz” e os curvos no Capítulo 13 “Espelhos esféricos”. Os espelhos esféricos ganham um capítulo exclusivo na estrutura do LD. Nesse sentido, a análise das visões permitiu a B2 perceber que são tópicos estanques, embora estejam tratando do mesmo assunto, reflexão da luz, ou mais especificamente espelhos ou tipos de espelhos.

Chama atenção o fato de que apenas B1 e B2 tenham conseguido realizar as duas indicações solicitadas com êxito. Os demais ou deixaram de realizar alguma, como B4 e B5, ou realizaram uma indicação mais problemática como B3 em relação à *visão acumulativa, linear*, I5, onde o BID utiliza o mesmo exemplo da Figura 17:

Apresenta os dois modelos, sem esclarecer quais foram as fases de construção deles e os possíveis erros inerentes do processo de construção desses (B3)

Aqui B3 parece pouco comprometido com a atividade, buscando aproximar o trecho apresentado anteriormente dessa visão cumulativa e linear da ciência, utilizando praticamente a mesma justificativa. No entanto, não há explicitamente nenhuma menção a acumulação de conhecimento, pelo contrário, os autores propõem a comparação entre duas teorias diferentes e apresentam na página seguinte inclusive uma atividade de discussão em dois grupos sobre as diferentes interpretações das cores.

Como se pode ver existem algumas associações problemáticas, no entanto considera-se que a atividade proposta foi produtiva pois permitiu que os alunos analisassem o livro já levando em conta as visões de ciência propagadas por ele. Visões mais adequadas de ciência são processos de pensar e repensar a ciência e B3, B4 e B5, que apresentaram parte dos resultados menos adequados são os que tem uma caminhada mais curta dentro de seu curso de graduação, assim, a continuar esse processo na graduação estes podem vir a superar essas dificuldades.

As visões adequadas de ciência também foram analisadas pelos BID. As indicações encontram-se no Quadro 8.

<b>Visão adequada</b>	<b>BID</b>	<b>Total</b>
1. A apresentação de uma ideia adequada de método científico como uma série de processos essenciais à atividade científica, que <b>validem</b> aquele conhecimento e faça-o ser reconhecido como conhecimento científico.	<b>B2, B4, B5</b>	<b>3</b>
2. O conhecimento científico como fruto de problemas, que para serem primeiramente observados, em geral partem de alguma teoria anterior à observação. Ou seja, uma visão mais adequada nesse sentido discute a relação entre teoria e prática como uma relação complexa na construção do conhecimento.	<b>B1, B2, B4, B5</b>	<b>3</b>
3. O fundamental papel da formulação de hipóteses que serão utilizadas para resolver os problemas de interesse. Tais hipóteses não constituem certezas a priori, mas são tentativas de resposta a um problema que, em grande medida, se sustentam nos conhecimentos já estabelecidos e serão submetidas a testes tão rigorosos quanto possível visando sua aceitação ou não, em determinada conjectura. Sendo assim, a partir das hipóteses é que se dá a coleta de dados e, em geral, não o contrário.	<b>B1, B5</b>	<b>2</b>
4. A ciência como um processo não apenas analítico, onde se dividem os campos de estudo que procuram resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações. Mas também a necessidade de que estes resultados particulares sejam coerentes com construções já realizadas em outros âmbitos de forma a apresentar uma coerência com o conhecimento vigente. Sendo assim, não é um único experimento que refuta ou comprova uma hipótese.		
5. A compreensão do carácter social do desenvolvimento científico, que se constitui em uma atividade coletiva, e relativamente autônoma, que é influenciada pela estrutura na qual se insere (financiamentos, organizações administrativas, linhas de pesquisa, entre outros) e que influencia seu meio social.	<b>B5</b>	<b>1</b>
6. A apresentação de uma ideia adequada de método científico como uma série de processos essenciais à atividade científica, que <b>validem</b> aquele conhecimento e faça-o ser reconhecido como conhecimento científico.		

Quadro 8 – Distribuição das passagens dos LD que, segundo os alunos, corroboram visões adequadas de ciência.

Em relação às Visões adequadas da ciência um aluno (B3) não apresentou trechos para exemplificar essas visões e um (B4) apresentou justificativas sucintas e problemáticas. Sobre a visão A1 relacionada ao método científico B4 traz o seguinte trecho:

A evolução das lâmpadas é mostrada com todas as etapas realizadas até chegar às lâmpadas que temos hoje. (B4)

A justificativa se refere ao trecho apresentado na Figura 22, que traz um histórico da lâmpada desde os lampiões até o LED e, aparentemente as etapas do

desenvolvimento da lâmpada parecem ter sido confundidas com método científico por B4.

Figura 22 – Imagem de trecho sobre visões da ciência identificado por B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.164).

**Espaço da tecnologia**

**A evolução das lâmpadas**

Os lampiões a querosene e a gás foram amplamente utilizados no século XVIII e, mesmo usando uma tecnologia bastante primitiva de queima de combustíveis, podem ser considerados precursores das lâmpadas de hoje, e ainda são utilizados quando não há energia elétrica disponível.

Com o desenvolvimento das pesquisas científicas, novas possibilidades de geração de luz surgiram principalmente a partir do domínio e do entendimento dos fenômenos elétricos (que serão estudados no volume 3 desta coleção). Ligando fios elétricos entre os terminais de uma bateria e colocando um filamento no interior de um bulbo de vidro, surgiam as primeiras lâmpadas elétricas.

Thomas Edison foi o primeiro a inventar uma lâmpada incandescente comercialmente viável. Apesar da baixa eficiência para produzir luz (como dito, cerca de 95% da energia liberada pela lâmpada incandescente é térmica), a lâmpada que usa filamento de tungstênio e emite uma luz amarelada sofreu poucas transformações desde o seu surgimento até os modelos ainda presentes em algumas casas.

Por volta de 1857, o físico e químico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908) previu que, com o desenvolvimento da eletricidade e de estudos sobre o comportamento do gás em ampolas de baixa pressão, novos tipos de lâmpadas poderiam ser desenvolvidos – as lâmpadas fluorescentes. No entanto, tais lâmpadas, mais eficientes que as incandescentes, só chegaram aos mercados por volta de 1927. Dentro do tubo dessas lâmpadas, alguns elétrons são acelerados e conseguem excitar o gás, que emite luz ultravioleta, numa frequência que não se pode enxergar. Nas paredes desse tubo há um revestimento de um material que, em contato com a ultravioleta, fica fluorescente, ou seja, libera luz visível, em geral na cor branca. Por isso, recebe o nome de lâmpada fluorescente.

O pó branco das paredes desse tipo de lâmpada é extremamente prejudicial à saúde humana por conter mercúrio e fósforo. Tais elementos químicos podem favorecer o surgimento de câncer e provocar lesões no fígado e nos rins. Portanto, seu descarte não deve ser feito no lixo comum, pois pode contaminar o solo e os lençóis freáticos. É sempre bom se informar junto ao fabricante e à prefeitura de seu município sobre os locais específicos de descarte ou sobre os procedimentos de coleta dessas lâmpadas.

A lâmpada fluorescente, além de durar mais e iluminar melhor, proporciona aos usuários uma economia de aproximadamente 75% no consumo de energia, comparando-se às lâmpadas incandescentes. Ela custa um pouco mais, porém a conta de luz certamente diminui, o que resulta em economia de energia a longo prazo.

As pesquisas referentes a esse assunto continuam, e as lâmpadas incandescentes e fluorescentes já podem, em alguns casos, ser substituídas por lâmpadas de LED (diodo emissor de luz), que apresentam baixo nível de aquecimento quando ligadas, além de serem mais fáceis de reciclar e de durarem muito mais tempo – cerca de 45 mil horas, trinta vezes mais que uma lâmpada incandescente. Comparada à lâmpada fluorescente, a vantagem da lâmpada composta de LEDs é o baixo impacto ambiental que causa, pois não tem mercúrio ou outros metais pesados em sua composição.

O filamento de tungstênio das lâmpadas incandescentes pode passar dos 2 000°C

Mais eficientes e sem emitir tanto calor quanto as incandescentes, as lâmpadas fluorescentes também são popularmente conhecidas como lâmpadas frias

Uma lâmpada de LED tem capacidade de durar mais de 100 anos






Por outro lado, B1, B2 e B5 apresentam análises mais adequadas. B1, apresenta uma observação sobre a visão A2, se referindo a relação entre teoria e prática:

Na pág. 220 até a 224, o autor começa a discutir o conteúdo de reflexão total, mencionando uma aplicação tecnológica disso, seguindo pelas leis e voltando

para discutir como estas leis se da a aplicação desta lei em termos da tecnologia. (B1)

B2 também destaca a visão A2, mencionando um trecho onde os próprios autores buscam discutir essa visão.

Esse texto ressalta a importância da relação entre teoria e prática para explicação de um fenômeno e construção do conhecimento. Isso está evidenciado no trecho: “Um experimento é sempre planejado após uma análise teórica. A ideia ingênua de que devemos ir para o laboratório com a ‘mente vazia’ ou que ‘os experimentos falam por si sós’ é um velho mito científico. Quando Newton se dedicou ao estudo das cores, estava profundamente preocupado com algumas teorias sobre a luz: teorias guiam os experimentos – não o contrário.”(B2)

Percebe-se que as justificativas e os próprios trechos apontados por B1 e B2 tem caráter distinto, B1 apresenta mais a ideia de considerar a relação teoria e prática ao ensino, enquanto B2 apresenta um trecho onde os autores do LD procuram combater a ideia de neutralidade das observações diretamente no texto. São diferenças importantes e representam a demarcação entre o empreendimento científico e suas características e o ensino científico.

A maioria dos alunos conseguiu identificar trechos relacionados às visões tanto adequadas, quanto inadequadas da ciência. Cabe ressaltar que essas visões não são únicas, nem conseguem contemplar toda a complexidade do conhecimento científico. No entanto, para além dessas definições, perceber que o material didático, conforme seu conteúdo, pode apresentar perspectivas variadas é um elemento fundamental para quem tem a incumbência de analisar (e elaborar) esses materiais.

Assim, por meio dessa atividade constatou-se que o exercício realizado com as visões adequadas e inadequadas de ciência pode ser importante para o processo de análise de LD, sempre com a perspectiva de que esse exercício não seja um fim, mas um caminho para a percepção de que ao escrever, falar ou ensinar ciências, há uma visão de ciência permeando as ações realizadas.

#### **4.3.7. Análise das conclusões dos alunos sobre a dimensão histórica**

Conforme os resultados das análises da dimensão histórico filosófica no LD, constata-se que os alunos realizaram as tarefas com algumas dificuldades e alguns êxitos. Conseguiram identificar todas as formas de apresentação dos elementos histórico filosóficos, no texto, em seções especiais e em exercícios, ainda que alguns os tenham escapado. As instruções ao professor também foram identificadas, no entanto ainda há dificuldade com subsídios menos diretos como textos teóricos apresentados no MP. Além disso em relação às atividades com as visões de ciência os alunos conseguiram estabelecer trechos do livro comparáveis às visões apresentadas no roteiro de análise.

Embora em todas essas atividades alguns problemas tenham sido detectados, durante a realização do trabalho, no convívio com os alunos se pode perceber que ocorreram mudanças. Havia mais argumentos nas discussões, o aumento no interesse sobre as questões relacionadas à história também pode ser notado durante as atividades, enfim foi possível perceber mudanças positivas durante as atividades.

Nesse sentido, uma comparação entre as respostas dos alunos à questão de número 01 das questões prévias apresentadas como introdução ao trabalho com a dimensão histórico filosófica e trechos das conclusões elaboradas por eles após o trabalho com essa dimensão ajuda a ilustrar essas alterações, principalmente em relação ao papel da história no ensino que era o tema da questão. Apresentam-se esses dados no Quadro 9 a seguir.

É possível observar que previamente, mesmo com a questão se referindo ao papel da história no ensino, há uma indicação clara da concepção de desenvolvimento linear e cumulativo em praticamente todas as respostas. Já nos trechos das conclusões, o que se constata é que a preocupação com o ensino está em destaque, ainda que as conclusões fossem livres, isto é, não havia a exigência de que escrevessem sobre isso.

Aluno	Questão prévia: Qual o papel da história no ensino de física?	Trecho das conclusões, após análise
<b>B1</b>	Sem a história não existiria a Física, pois ela não se constituiu da noite para o dia e sim foi se “formando” aos poucos, por meio de descobertas e pesquisa e ainda nos dias atuais se pesquisa e se descobre fatos, pois a Física não é uma ciência pronta.	Sedo assim, foi possível constatar durante todo este trabalho das oficinas e fora destas que é importante ter conhecimentos dos aspectos históricos presentes no LD para poder levar as informação correta e que tenha sentido para os alunos, para os mesmos não terem a impressão que a ciência é um produto pronto e acabado, como muitas vezes é apresentado nos livros, assim como poderem conhecer um pouco destes fatos.
<b>B2</b>	Os conteúdos físicos foram se desenvolvendo a medida que os anos passaram e novas descobertas foram surgindo sendo, assim, o que se sabe hoje sobre a física é construção do que aconteceu ao longo da história.	É necessário ter conhecimento sobre as formas que a história da ciência é trazida pelos livros didáticos e ver as diferentes possibilidades de se trabalhar esses aspectos em sala de aula, pois é preciso discutir com os alunos o processo de construção dos conhecimentos científicos. Portanto, esse trabalho pode contribuir para a compreensão da ciência e seu desenvolvimento ao longo dos anos, bem como, dar sentido aos nomes e datas que muitas vezes são apenas citados, sem maiores esclarecimentos. Além disso, os elementos históricos podem ser utilizados pelos professores como uma estratégia para apresentar as leis, fenômenos e conceitos físicos.
<b>B3</b>	Utilizar da contextualização histórica no ensino de física pode vir a contribuir para a compreensão de que ciência é algo a ser construído e que está em constante evolução além de apresentar as contribuições da física na vida do universo ao longo dos tempos.	Quanto ao uso de aspectos históricos, no ensino médio, reafirmei minha convicção de que: sim, é possível, viável e coerente fazer uso da dimensão histórica também no ensino de física. Ora, como é imprescindível repassar ao público-alvo que ciência não é algo totalmente pronto e de um único começo e fim é necessário dimensionar e contextualizar o processo de construção dela.
<b>B4</b>	O papel da história no ensino de física é ajudar a entender de onde surgiram e como se estabeleceram, inicialmente, os conceitos físicos, por exemplo.	Apesar do grande número de informações históricas localizadas, tanto ao longo do texto quanto nas seções específicas, não foram identificados exercícios ou problemas que trouxessem ou solicitassem dos alunos dados históricos. Na maioria das recorrências, os aspectos históricos são trazidos de forma incompleta, apresentando, por exemplo, as datas das invenções sem uma descrição ou citando um experimento sem as hipóteses ou o procedimento realizado. São fatos assim que dão a ideia de uma ciência pronta e acabada e que, nesse sentido, requerem que o professor conheça o modo como os aspectos históricos da ciência são trazidos pelo livro didático, para poder completar as informações e transmitir as informações corretas aos alunos.
<b>B5</b>	A história tem um papel muito importante no ensino de física. Com a história podemos rever as descobertas do passado e a evolução da física ao passar dos anos.	Particularmente, me chamou atenção a importância da história na ciência, de como a inserção dela melhora e aperfeiçoa o conhecimento de quem esta aprendendo pois ver as origens e o desenvolvimento do conteúdo facilita o entender do estudante. A análise também ajudou para conhecer melhor alguns aspectos históricos do qual não tinha conhecimento, e outros ajudaram para reforçar e aprofundar o conteúdo e seus aspectos.

Quadro 9 – Comparação entre respostas de uma questão prévia textos das conclusões após análise da dimensão histórica e filosófica.

O trecho apresentado por B5, mostra a importância de associar ao trabalho com as dimensões da ciência as perspectivas pedagógicas associadas a essa dimensão, que no caso do aluno menos adiantado no curso foi uma surpresa perceber

como o trabalho com elementos históricos apresenta possibilidades para ensinar mais física e não menos, como muitas vezes se pensa.

Particularmente, me chamou atenção a importância da história na ciência, de como a inserção dela melhora e aperfeiçoa o conhecimento de quem está aprendendo pois ver as origens e o desenvolvimento do conteúdo facilita o entender do estudante. (B5)

Com isso, fica evidente que o trabalho com a dimensão histórico filosófica possibilitou, por um lado discussões importantes a respeito da própria ciência, desencadeando um processo de (re)pensar a ciência durante a análise dos livros e, por outro, a percepção das potencialidades relacionadas a esta dimensão no ensino e as principais características dos LD

#### 4.4. ANÁLISE DA DIMENSÃO EXPERIMENTAL NO LD

Para análise dos dados sobre a dimensão experimental serão considerados os produtos das análises utilizando o roteiro, das conclusões e dos diários escritos pelos sujeitos da pesquisa. Os resultados obtidos a partir desses instrumentos são apresentados a seguir. O roteiro de análise proposto para a dimensão experimental foi dividido em quatro partes, a primeira para a identificação das atividades experimentais relacionadas à ótica, a segunda para análise de alguns elementos dessas atividades – definidos no roteiro (Apêndice D), a terceira para análise das instruções ao professor e a última para a classificação dessas atividades em relação à ênfase matemática, ao nível de abertura e grau de direcionamento das mesmas. Iniciamos a apresentação desses resultados pela identificação das propostas experimentais pelos sujeitos.

##### 4.4.1. A identificação das propostas

O primeiro passo previsto no roteiro de análise para a dimensão experimental no LD envolvia a identificação das atividades experimentais sobre ótica na coleção. A partir dos resultados constatou-se que nenhum dos alunos identificou completamente

as atividades experimentais presentes nas coleções. A diferença entre o número de atividades identificadas pelos participantes e o investigador encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Diferença entre o número de atividades experimentais encontrada pelos sujeitos da pesquisa e o pesquisador.

<b>Sujeito</b>	<b>Atividades encontradas pelo participante</b>	<b>Atividades encontradas pelo pesquisador</b>
B1	4	7
B2	8	17
B3	5	6
B4	3	7
B5	8	10
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>47</b>

Conforme as atividades identificadas pelos sujeitos da pesquisa, suas análises foram divididas em duas categorias, *boxes* e *boxes e manual*. Na categoria *boxes* estão os sujeitos (B3, B4 e B5) que identificaram apenas atividades nos boxes específicos para atividades experimentais, presentes livro do aluno.

B5 não identificou duas propostas de demonstração presentes no texto de sua coleção analisada (Toscano; Gonçalves Filho, 2013). Provavelmente, ao perceber um razoável número de atividades (8) presentes nos boxes específicos para as atividades experimentais intitulados na coleção “atividades experimentais” deixou de lado a análise do corpo do texto e uma atividade que se apresentou em outro box intitulado “algo a +”.

B4, que analisou a coleção de Artuso e Wrublewski (2013), identificou apenas três propostas em boxes, ignorando mais duas atividades em boxes, uma no corpo do texto do material do aluno e uma apresentada no manual do professor.

B3 também localizou apenas as atividades em boxes específicos na coleção que analisou (Kantor, et al, 2013), de forma a não considerar a proposta apresentada pelos autores junto ao manual do professor, que indica uma demonstração sobre raios para auxiliar na compreensão de imagens reais. A coleção apresenta suas instruções sobre atividades experimentais de forma geral no MP, o que pode ter levado o aluno a não verificar as instruções sobre os capítulos onde se apresenta a sugestão de demonstração.



Já os sujeitos classificados na categoria *boxes e manual* (B1 e B2), identificam as atividades presentes em seções especiais e também algumas presentes nos boxes específicos. B1 que analisou a coleção de Artuso e Wrublewski (2013), identificou três atividades em boxes específicos e uma no MP, no entanto, foram ignoradas mais duas atividades em boxes e uma no corpo do texto. Já B2, identificou três atividades em boxes específicos e cinco no MP, ignorando outras nove na coleção que analisou (Martini et al, 2013). Dessas nove, sete estavam indicadas no texto e descritas no MP, três delas com indicação de referência de um artigo científico sobre a proposta. Além dessas, foram ignoradas uma na seção “pesquisa em grupo” do LD e outra que aparecia exclusivamente no MP.

Da análise dos resultados constata-se que as atividades identificadas centram-se nas propostas que apresentam mais evidência visual. Em geral, localizam-se em boxes específicos para atividades experimentais no livro do aluno. As atividades identificadas no manual do professor foram as que apresentam bem definidos elementos como materiais, procedimentos e/ou tabelas para a coleta de dados, como as atividades apresentadas nas Figuras 23 e 24 abaixo.

Figura 23: Imagem de uma atividade identificada pelos sujeitos, proposta no manual do professor do LD de (Artuso e Wrublewski, 2013, p.86 do manual do professor).

Após dar um tempo para a discussão em grupos, podemos propor que cada um dos grupos exponha oralmente uma ou mais de suas respostas promovendo, na sequência, um debate. Nesse debate, as concepções deles podem ser problematizadas em face do conhecimento científico.

- Primeiramente, é preciso restringir o entendimento da luz aqui para a faixa visível das ondas eletromagnéticas. A seguir, é preciso entender que só enxergamos a luz que atinge nossos olhos e, para que isso aconteça, ou a luz incide diretamente sobre nossos olhos ou sofre inúmeras reflexões em diversos elementos que compõem o meio.
- Devido à conservação da energia, em um meio que não apresenta perda de energia, independente da intensidade da luz, ela se propagará infinitamente. Sobre a propagação "infinita" da luz, ou de ondas eletromagnéticas em geral, os alunos podem se perguntar: "Se a propagação é infinita, por que o celular perde o sinal longe das antenas?". Talvez seja conveniente, aqui ou nos capítulos de ondulatória, orientar uma discussão sobre a diferença entre os conceitos de energia e intensidade. No caso dos telefones celulares, é necessário um valor mínimo de intensidade para que o sinal seja captado.
- A propagação retilínea ocorre sempre que a luz se propaga em um meio homogêneo, mas a condição de raios paralelos é bastante particular. O caso mais comum tratado no Ensino Médio é o de fontes puntiformes, que emitem luz em todas as direções; logo, seus raios não são paralelos. Contudo, se elas estiverem muito distantes do observador, os raios que chegam até o observador podem ser considerados paralelos. É similar ao caso dos raios de luz provenientes do Sol que chegam à Terra; para as aplicações frequentes do Ensino Médio, eles podem ser entendidos como paralelos.
- A natureza da luz solar e da luz produzida artificialmente é a mesma. A denominação de luz artificial para o caso daquela produzida por uma lâmpada, por exemplo, tem por único objetivo indicar a existência de um dispositivo tecnológico para geração da luz.

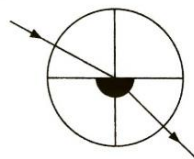
## 2. Refração e reflexão total

### Material

- Prisma semicircular
- Laser ou lanterna
- Disco graduado ou transferidor

### Procedimentos

- Coloque o semicirculo no meio do disco e alinhe-o com o diâmetro.



- Ajuste a fonte luminosa de modo a obter um raio o mais estreito e nítido possível.
- Faça diversas incidências da luz com diferentes ângulos e complete a tabela com os valores do ângulo de incidência  $\hat{i}$  e de refração  $\hat{r}$ .

Tabela de dados				
$\hat{i}$	$\hat{r}$	$\text{sen } \hat{i}$	$\text{sen } \hat{r}$	$(\text{sen } \hat{i})/(\text{sen } \hat{r})$

- Qual o significado físico dos valores encontrados na última coluna?
- Com os dados obtidos, calcule o índice de refração do prisma.
- Por que o índice de refração não apresenta unidade?
- Faça agora a luz incidir conforme ilustrado abaixo até que ocorra reflexão total.



- Determine o ângulo limite para este prisma.
- Determine o índice de refração a partir da situação de reflexão total e compare o valor com aquele obtido no Item 5.

### Comentários

Para realizar esse experimento, é necessário contar com alguns prismas semicirculares. Caso não tenha esse material disponível, é possível construir um sistema similar utilizando uma garrafa de PET cilíndrica colocada na horizontal e preenchida com água até a metade do seu diâmetro. Nesse caso, podemos também discutir com os alunos alguns erros experimentais que podem ocorrer devido à refração da luz na pequena espessura da garrafa.

- O valor da última coluna da tabela está relacionado com a lei de Snell-Descartes e permitirá a determinação do índice de refração do sistema:

$$n_{\text{Ar}} \cdot \text{sen } \hat{i} = n_{\text{prisma}} \cdot \text{sen } \hat{r}$$

$$\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = \frac{n_{\text{prisma}}}{n_{\text{Ar}}}$$

- A determinação do índice de refração do prisma pode ser feita utilizando a expressão anterior e considerando o índice de refração do ar como sendo 1.
- O índice de refração não apresenta unidade porque é definido como uma razão de velocidades, cujas unidades

Figura 24 – Imagem de uma atividade identificada pelos sujeitos, proposta no manual do professor do LD de Martini et al., 2013, p.82 do Manual do Professor).

associação possível. Uma explicação que pode ser considerada pelo estudante está relacionada ao tempo que a luz gasta para atingir a Terra. Desse modo, poderá haver estrelas que nem existem mais, cuja luz demorou muito tempo para atingir a Terra, e por isso ainda podem ser vistas no céu. Pode-se pedir que o aluno considere a possibilidade de a estrela continuar emitindo luz. Supondo que a luz que chega a nossos olhos ainda está sendo enviada, a posição da estrela no instante em que olhamos para o céu é aquela em que a vemos?

## Capítulo 14 Refração luminosa

### ou: Por que as estrelas parecem piscar no céu?

Antes de demonstrar a lei de Snell-Descartes, é recomendável deter-se por algum tempo na conceitualização do fenômeno de refração e na compreensão do que representa o índice de refração. Entender o significado dos valores descritos nas tabelas de índices de refração de alguns materiais é essencial para a compreensão dos itens seguintes.

O evento do canudo que parece quebrado na foto do item 2, "Refração da luz", pode ser reproduzido em sala de aula, utilizando um lápis imerso em um copo de vidro com água.

Para a dedução da lei de Snell-Descartes, julgamos que uma análise de dados experimentais obtidos com um experimento simples, elaborado com materiais de baixo custo, pode ajudar os alunos a desvendar os conceitos e os algoritmos envolvidos no fenômeno da refração, encontrando a relação ou lei que o rege. Pode-se dividir a classe em grupos, cada um dos quais fará seu próprio conjunto de observações e medições. Caso isso não seja possível, pode-se montar ao menos um aparato, como o descrito a seguir, e demonstrar o experimento em um local onde toda a turma possa acompanhar. Nesse caso, os dados coletados deverão ser escritos na lousa para que os alunos acompanhem os cálculos.

#### Experimento de Snell-Descartes

##### Material utilizado

- Cubo de vidro de aproximadamente 10 cm de largura, 15 cm de altura e 20 cm de comprimento; transferidor de 360°; apontador *laser*; adesivos; tinta guache branca.

##### Procedimento

Encha a cuba de vidro com água misturada com a tinta (o suficiente para turvar a água). Posicione o centro do transferidor na linha da água e fixe-o à parede externa da cuba. Marque com um adesivo a direção da reta normal à superfície.

Incida obliquamente um feixe de luz proveniente do ar sobre a superfície de separação na intersecção com a normal.

Meça os valores do ângulo de refração para diferentes ângulos de incidência como aqueles sugeridos na tabela a seguir.

Ângulo de incidência (i)	Ângulo de refração (r)
15°	
25°	
35°	
45°	
60°	

Considerando os índices de refração do ar e da água respectivamente iguais a 1,0 e 1,33, obtenha a constante da lei de Snell-Descartes:  $\frac{1,33}{1} = 1,33$

Solicite aos alunos que calculem a razão  $\frac{\sin i}{\sin r}$  para cada par de ângulos da tabela. Apesar de as medições serem passíveis de erros, o valor encontrado pelos alunos para a razão entre os senos deve tender ao número 1,33.

A partir da análise dos dados obtidos, os alunos terão condições de entender a expressão da lei de Snell-Descartes.

Adeptado de: ROCHA, Michael F. G et al. Experimento de Snell-Descartes: uma aplicação para o ensino médio. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 2009.

### 1 Sobre a questão introdutória



A pergunta tem por objetivo problematizar o assunto do capítulo, relacionando o conhecimento prévio do aluno com os conceitos e temas que serão desenvolvidos.

Assim, pode-se pedir que alguns alunos leiam em voz alta as respostas que julgam prováveis para a questão. Você poderá montar uma lista com algumas das respostas ou recolher várias delas para analisá-las e discutí-las com a classe ao final do capítulo. Desse modo, os alunos poderão reconhecer mais claramente nos novos conhecimentos aprendidos os elementos essenciais para responder com mais propriedade à pergunta inicial.

Ao final do capítulo os alunos deverão voltar a responder, de preferência por escrito, à questão problematizadora do início do capítulo. Depois, em grupo, poderão comparar as respostas dadas nas duas ocasiões e produzir uma resposta final única construída a partir da troca de ideias entre seus integrantes.

### 2 Orientações para o trabalho dos conteúdos



O princípio do menor tempo de Fermat, apresentado no texto a seguir, explica por que a luz, ao ser refratada, embora passe a ter o comprimento de sua trajetória aumentado, percorre-a no menor tempo possível. Se possível, faça cópias do texto e leia-o com os alunos. O texto pode servir de base para o trabalho com a seção "Trilhando o caminho das competências", no final deste capítulo.

Pode-se também propor aos estudantes um problema que introduza a apresentação do princípio. O site <<http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/portuguese/>>

Com essa análise restringindo-se a localizar propostas que apresentam elementos de mais fácil visualização, muitas atividades experimentais são deixadas de lado, como se percebe nos dados da Tabela 05. Em geral as propostas que não foram localizadas pelos alunos são de demonstração. Das 18 não identificadas, nove se localizam nas instruções ao professor, cinco em boxes e quatro no corpo do texto.

Figura 25 – Imagem de uma atividade identificada pelos sujeitos, proposta no manual do professor do LD de Gonçalves Filho e Toscano (2013, p.100).

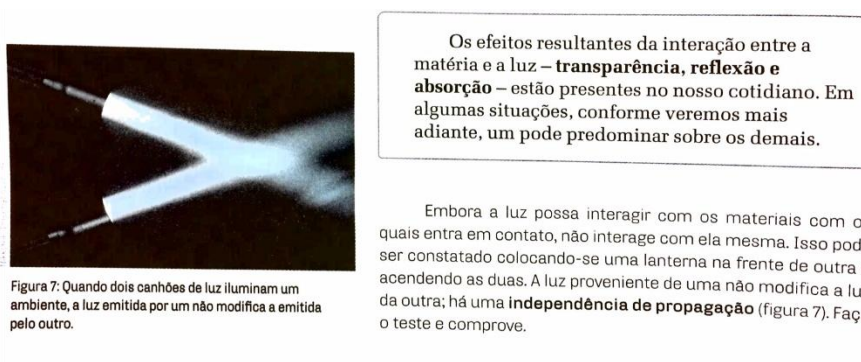


Figura 26 – Imagem de uma atividade não identificada pelos sujeitos, proposta no manual do professor do LD de Martini et al. (2013, p.93 do Manual do Professor).



Sugerimos realizar uma demonstração para a turma, colocando um objeto pesado sobre um lençol esticado. Pode-se mostrar a trajetória de dois raios de luz com duas pequenas esferas que passam uma de cada lado do objeto, simulando a luz emitida pela estrela e desviada pela galáxia. Acreditamos que a demonstração é bastante esclarecedora para os alunos.

O fenômeno das lentes gravitacionais é consequência direta da curvatura da luz por campos gravitacionais intensos.

O endereço <[www.if.ufrgs.br/oei/cgu/gravlens.htm](http://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/gravlens.htm)>; acesso em: 12 fev. 2013, contém informações que podem complementar o texto.

Ignorar essas atividades resulta na perda de importantes propostas que podem ser bastante produtivas, como as duas sugestões apresentadas no livro Gonçalves Filho e Toscano (2013) para que os alunos testem algumas situações que devem ser apresentadas em aula, ou as seis propostas de demonstrações apresentadas na coleção de Martini et al. (2013) e não identificada nas análises que podem ser bastante úteis no trabalho de sala de aula.

Com isso, constata-se que a identificação, que foi a primeira tarefa proposta aos participantes e que poderia ser considerada a mais simples já gerou alguma dificuldade em sua realização, sendo um fator importante a ser considerado na avaliação geral da proposição de análise de LD na formação inicial.



Três dos próprios sujeitos, ao apresentarem suas conclusões<sup>9</sup>, observaram que o número de atividades poderia ser maior. B2, por exemplo, escreve que:

[...] pude perceber que o livro didático que escolhi traz mais aspectos empíricos do que históricos, embora ainda sejam poucos, pois não chega a apresentar um por capítulo, por exemplo. (B2)

No entanto, B2 deixou de identificar pelos menos nove atividades em sua coleção, conforme a comparação apresentada na Tabela 05.

Da colocação de B2 acima, é importante notar que o parâmetro principal utilizado pelos alunos é a relação que os alunos estabelecem entre o número de atividades e a quantidade de capítulos. Essa relação parece em muitos trechos ser o parâmetro principal para uma boa representação desses recursos no LD.

[...] de modo geral acho que seria interessante ter **uma atividade em cada capítulo**, mas acho interessante a proposta do livro de trazer estas atividades separadas, pois dá uma ênfase maior ao que se quer.” (B1, grifo nosso)

Acho interessante ter uma seção destinada apenas para os experimentos, porém, poderiam ser apresentadas mais atividades experimentais, como por exemplo **ao final de cada capítulo**, pois as unidades são grandes e abrangem vários conteúdos. (B2, grifo nosso)

Quanto ao aspecto empírico, sobretudo aos experimentos trazidos no livro didático, foi observada um número muito menor de recorrências. **Em todos os capítulos do livro** que tratam sobre luz, foram identificados apenas três (3) ocorrências de atividades empíricas. (B4, grifo nosso)

Podemos concluir que o livro traz uma quantidade boa de atividades experimentais, **porque elas estão presente em todos capítulos** em pelo menos alguns dos conteúdos que serão aplicados. (B5, grifo nosso)

Com isso, constata-se que um parâmetro bastante utilizado pelos participantes para definir o número de propostas experimentais adequado é a quantidade apresentada por capítulo, sem qualquer com outros fatores como a relação com as possibilidades e limitações impostas pelos conteúdos físicos tratados nos capítulos ou mesmo a proposta didático pedagógica dos autores.

---

<sup>9</sup> Registros obtidos a partir das conclusões elaboradas pelos alunos sobre a análise da dimensão experimental no LD, que constituem um dos instrumentos de coleta de dados.

#### 4.4.2. Análises sobre a realização das atividades experimentais

Nessa seção são apresentadas as análises dos diversos aspectos elencados no roteiro (apêndice D) realizada pelos participantes. Esta será complementada, sempre que possível e oportuno, com extratos das conclusões que os mesmos elaboraram para a dimensão experimental.

##### 4.4.2.1. Análise sobre sujeitos e locais para os experimentos

Em relação às indicações das coleções sobre sujeitos e locais onde se devem realizar as atividades propostas os participantes relataram que a maioria deve ser realizada pelos alunos e não há uma definição para o local de realização das mesmas. Os resultados dessas análises estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 – Local e realizadores das atividades experimentais identificados pelos participantes. Legenda: Prof.=professor; SD= sem definição; Lab.=Laboratório de ciências.

Sujeito	Quem realiza			Individual (I) ou grupo (G)			Local		
	Prof.	Aluno	SD	I	G	SD	Aula	Lab.	SD
B1	-	1	3	-	1	3	-	-	4
B2	-	6	2	-	2	6	2	-	6
B3	-	5	-	1	4	-	5	-	-
B4	-	1	2	-	1	2	-	-	3
B5	-	8	-	6	2	-	3	-	5
<b>Total</b>	0	21	7	8	9	11	10	0	18

Alguns BID tiveram dificuldade em identificar quem realiza o experimento, se o professor ou o aluno. B1 e B4 apontam que três atividades não apresentam essa informação, embora essas encontram-se no material do aluno com instruções diretas aos mesmos, tornando subentendido que sejam estes os executores das tarefas propostas.

Apenas no caso 2, é mencionado que a atividade deve ser realizada por no mínimo duas pessoas, provavelmente dois alunos. Nos outros casos, não é mencionado se a atividade deve ser realizada pelo professor ou pelos alunos. (B4)

Por outro lado, B2 aponta que em três das atividades identificadas não há definição de quem deve executar a experiência. Duas delas tratam-se de atividades de demonstração, propostas no manual do professor, que poderiam ser executadas tanto pelos alunos quanto pelo professor, de forma que, de fato, carecem de uma indicação sobre essas possibilidades no sentido de indicar que poderia coletar os dados e quais os procedimentos que poderiam ser realizados com estes. Já na terceira os autores apresentam a proposta de trabalho em grupo na atividade, no entanto essa informação não foi identificada por B2.

B3 e B5 apontam que os alunos seriam os responsáveis pela realização dos experimentos. Todas as atividades por eles identificadas apresentavam-se no corpo do texto destinado aos alunos e com instruções diretas a esses, o que talvez tenha tornado mais fácil a identificação de quem realiza a atividade.

Cabe salientar que nenhum aluno identificou atividades a serem realizadas pelo professor, embora na análise do pesquisador (Tabela 05), anteriormente apresentada, tenham sido localizadas pelo menos três indicações de demonstrações a serem realizadas pelo docente durante as aulas.

Os BID também demonstraram alguma dificuldade na análise da organização dos alunos em relação à realização individual ou em grupos. Das atividades identificadas como sem definição (SD) apontadas por B1 e B4, todas são apresentadas no material do aluno e se referiam diretamente ao aluno leitor, evidenciando o caráter individual dessas propostas. O mesmo ocorre com B2, que identificou seis atividades sem uma definição e duas em grupos, mas em análise posterior o pesquisador constatou que haviam apenas três delas que não apresentavam uma definição, sendo que das outras três, uma era de realização individual, apresentada no material do aluno, e outras duas tinham indicação para realização em grupo.

Com isso, percebe-se que a familiarização dos participantes com a articulação entre material do aluno e do professor ainda não está bem consolidada. Por exemplo, B1 e B4 muitas vezes não percebem que o direcionamento das atividades está relacionado com a maneira de como as atividades são apresentadas ao aluno no corpo do texto do material do aluno. Já os demais (B2, B3 e B5) conseguiram realizar a tarefa identificando quem deveria realizar as atividades propostas.

Já em relação ao local de realização, os alunos constataram em sua análise que a maioria das atividades não apresenta explicitamente um local para a realização.

Algumas atividades exigem acender lâmpadas ou um local que possa ser escurecido, mas as maiores especificidades são a indicação da sala de aula ou casa (dos alunos) para a realização da proposta. A maioria delas é, de fato, simples não exigindo a realização em laboratórios específicos e podem ser implementadas em qualquer sala. É importante notar que o edital do PNLD 2015 (Brasil, 2013a) apresenta apenas a necessidade de os experimentos serem realizáveis em ambientes escolares típicos, e na realidade brasileira, infelizmente o laboratório está presente em apenas 11%<sup>10</sup> das escolas.

O local de realização não parece ter chamado muita atenção dos alunos que não mencionaram esse fator em suas conclusões. Esse fato pode estar associado à familiaridade em realizar as tarefas no âmbito da sala de aula devido às suas atividades junto ao PIBID, onde a maioria das atividades são realizadas na sala de aula ou na sala de informática das escolas.

#### *4.4.2.2. Aparato experimental e questões ambientais*

Sobre o aparato experimental, os alunos constataram que nenhuma proposta apresenta o uso de tecnologias digitais como celular, câmeras, etc. Também apontaram que todas as propostas apresentam em alguma medida uma montagem de aparatos, na qual são geralmente solicitados materiais simples e de fácil identificação. No entanto, na coleção analisada por B2 há algumas atividades que exigem materiais mais específicos, como cuba de vidro e lentes convergentes, e não há qualquer indicação de onde se pode ter acesso a tais materiais.

Vale ressaltar que um dos critérios de análise do edital PNLD 2015 (Brasil, 2013a) é verificar se a coleção oferece alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. Com exceção de B2, os demais consideraram que os materiais são de fácil acesso. No entanto, também apontaram que não há uma indicação sobre onde e como conseguir os materiais. Nas atividades aqui analisadas praticamente inexistem as indicações dessas alternativas. Ainda que a maioria dos materiais sejam fáceis de

---

<sup>10</sup> Conforme dados do censo escolar realizados pelo Instituto de Pesquisa Anísio Teixeira (INEP) em 2014 apenas 11% das escolas brasileiras possuíam laboratório de ciências. Fonte: <http://www.qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2014&dependence=0&localization=0&item=> acesso em 17 de outubro de 2010.



adquirir, é um critério previsto em edital que aparentemente não vem sendo contemplado adequadamente.

Também não foram localizadas, pelos alunos, relações com o impacto ambiental das atividades propostas e o destino ou descarte dos materiais utilizados nas atividades.

#### 4.4.2.3. Análise das imagens nas propostas experimentais

Sobre a apresentação de imagens para ilustrar o trabalho proposto nas atividades experimentais os alunos constataram que a maioria das propostas apresentam imagens relacionadas ao experimento (Tabela 7).

Tabela 7 – Dados sobre a presença ou não de ilustração para as atividades experimentais.

Sujeito	Imagens nas atividades experimentais	
	Apresentam	Não apresentam
B1	4	0
B2	4	4
B3	1	4
B4	3	0
B5	3	5
<b>Total</b>	16	13

Os alunos B1 e B4 que apontaram que em todas as atividades identificadas no LD haviam ilustrações relacionadas aos experimentos percebem essas imagens como algo positivo, mencionando em suas conclusões que essas imagens podem auxiliar na realização da atividade:

Outro ponto que chamou a atenção é que os roteiros apresentados no LD destas atividades continham um roteiro fechado, ou seja, eles apresentavam o passo a passo de como fazer o experimento e ainda colocava imagens no decorrer para serem visualizadas e que ajudavam na montagem do experimento. (B1)

As atividades trazem, contudo, imagens que ilustram a situação proposta, uma lista de materiais, simples de serem encontrados, e uma pergunta ao fim de cada atividade, ajudando a ilustrar o que é solicitado e o que deve ser realizado. (B4)

Já os demais não fazem menção a ilustrações nas conclusões apresentadas, talvez pelo fato de a maior parte das atividades identificadas por estes não apresentar estas ilustrações.

#### *4.4.2.4. Análise sobre avaliação nas propostas*

Quanto à avaliação das atividades apenas os alunos B2 e B5 apontaram algumas atividades que não previam avaliação (duas e três, respectivamente). Para as demais atividades os alunos localizaram algum tipo de avaliação. B1, B2 e B4 apontam as questões que são apresentadas ao final do roteiro como possíveis avaliações para as atividades. Já B3 relata a elaboração de resumos ou sínteses ao final da atividade como proposta de avaliação e B5 identifica avaliações para cinco atividades, como questões, observações e comparações, considerações e relatos presentes nas atividades.

Sobre essas possíveis atividades avaliativas, cabe salientar que as coleções não as apresentam explicitamente como avaliações. São os alunos que atribuem às mesmas um caráter avaliativo, como mostram os trechos das suas conclusões citados a seguir:

No próprio roteiro possuem questões que podem servir como avaliação do professor. (B2)

Sim, ao final de cada atividade há uma pergunta para ser respondida que está relacionada com a atividade realizada. (B4)

Ele propõem atividades de observação e comparação do experimento que podem vir a ser utilizadas como avaliação. (B5)

As análises dos alunos mostram que estes se empenharam para identificar essas avaliações. Mesmo no caso de B3, que indica a elaboração de resumos e sínteses propostos nas orientações do manual do professor, o mesmo não faz menção ao que se poderia avaliar mediante essas tarefas.

Com isso se percebe que a dificuldade em identificar a avaliação das atividades propostas está associada também a uma deficiência dos próprios materiais que, em

alguns casos, não explicitam o papel das atividades propostas e mecanismos claros para avaliação destas.

Na avaliação sobre quais eram as aprendizagens esperadas com cada atividade (indicadas no LD) fica evidente que algumas coleções não apresentam com clareza o que se pretende mediante as atividades propostas. B1 e B4 constatam a falta dessas indicações na coleção e B2 aponta a instrução de que os experimentos serviriam para estudar os assuntos anteriores:

Não há indicações das aprendizagens esperadas no LD, mas pode-se constatar que:

Caso 1: Entender o funcionamento da máquina fotográfica construída em relação a câmara escura;

Caso 2: Entender as Leis da refração;

Caso 3: Verificar que sempre existem pontos cegos no que vemos;

Caso 4: Verificar a refração e a reflexão total. (B1)

No manual do professor tem indicado que as atividades experimentais são propostas com o objetivo de estudar os conceitos vistos anteriormente, entretanto, não há orientações específicas para cada uma das atividades (B2)

Já B3 e B5 parecem ter ignorado as indicações do manual, que apresenta nos dois casos instruções específicas para cada atividade proposta. Sobre a atividade intitulada “Um ancestral da máquina fotográfica”, por exemplo, B3 escreve que a aprendizagem esperada seria “*Compreensão de propagação retilínea da luz*” (B3), enquanto na coleção o objetivo está indicado no manual do professor e propõe “Observar como são produzidas as imagens nas câmaras e associar com a formação de imagens na retina do olho humano.” (KANTOR, et al, 2013). Os autores mencionam ainda em outro trecho do manual que esta atividade serve para contextualizar a discussão da analogia entre câmaras de orifício e câmeras fotográficas.

Nesse caso, percebe-se que para B3 a compreensão da propagação retilínea da luz seria um fim, enquanto para os autores estas parece ser um meio para relacionar o funcionamento de câmeras e do próprio olho humano.

B5 também coloca como aprendizagem de uma das atividades que “Espera-se que com isso eles possam ver a formação de um eclipse, junto com a observação de sombra e penumbra.” (B5). No entanto, nas instruções apresentadas no manual do professor da coleção, os autores apresentam as seguintes sugestões: “Realize o experimento sugerido, não só para visualizar o eclipse e as condições para sua

ocorrência, mas também para expor o problema de sua representação, permitindo a introdução do conceito de raio de luz.” (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2013, assessoria pedagógica do cap.4, p.4). Pode-se perceber aqui que tanto B5 quanto os autores da coleção não apresentam exatamente algum tipo de aprendizagem relacionada ao experimento, o BID indica uma simples visualização da representação do fenômeno e na coleção há ainda o acréscimo da introdução do conceito de raio de luz.

#### 4.4.3. Análise das instruções ao professor relacionadas a dimensão histórico filosófica

Na análise do manual do Professor, B1 e B4, que analisaram a coleção Física (Artuso e Wrublewski, 2013) identificaram que as instruções se referem a uma sugestão de trabalho interdisciplinar (Figura 27) e explicações sobre os fenômenos envolvidos com a proposta (Figuras 28 e 29).

Figura 27 – Imagem de orientação para atividade experimental (Artuso e Wrublewski, 2013, p.91 do Manual do Professor).

- **Item 6.14** – O contato com o professor de Química pode proporcionar um trabalho conjunto para que os próprios alunos revelem os filmes em preto e branco (que é uma revelação mais simples). O professor de Arte também pode ser convidado para explorar o tema da fotografia na Arte

Figura 28 – Imagem de orientação para atividade experimental (Artuso e Wrublewski, 2013, p.102 do Manual do Professor).

- **Item 8.10** – Por causa da refração. A imagem da moeda é formada prolongando-se em linha reta o raio de luz que traz a imagem da moeda até os olhos do observador. Porém, houve um desvio na direção de propagação da luz ao mudar de meio. A moeda estava na mesma posição nos dois casos, mas, quando há refração, existe a impressão de que ela está numa posição diferente. É o mesmo que ocorre com a situação do indígena pescador apresentada no início deste capítulo.

Figura 29 – Imagem de orientação para atividade experimental (Artuso e Wrublewski, 2013, p.105 do Manual do Professor).

- **Item 9.12** – Geralmente, usam-se os dois olhos para enxergar objetos, e enquanto um olho está sobre o ponto cego, o outro está na área sensível, então o cérebro remonta perfeitamente a imagem.

Apesar de apresentarem as mesmas imagens na análise, os participantes divergem em suas conclusões. B1 considera que as orientações do manual seriam pouco específicas, e B4 considera que essas seriam suficientes.

Quanto às orientações dadas ao professor no material do professor sobre estas atividades, são muito vagas, pois ou é a resposta da atividade proposta ou uma sugestão de interdisciplinaridade, acho que o autor poderia citar outras formas de trabalhar a atividade, ou seja, dar ideias ao professor. (B1)

Acredito que, por serem atividades simples, as orientações ao professor são suficientes e possibilitam a sua utilização. (B4)

Percebe-se que as tarefas propostas no roteiro de análise propostas permitiram aos alunos identificar as instruções do MP e, a partir dessas, construir suas conclusões sobre as mesmas.

Por outro lado, o GLD 2015 (Brasil, 2014) apresenta, em suas descrições, a informação de que no MP haveria orientações para as atividades investigativas como se percebe no seguinte trecho:

No Manual do Professor, além das justificativas e orientações quanto à proposta teórico-pedagógica da obra, encontram-se: detalhamento das referências mencionadas, [...] orientações para as atividades investigativas, textos de aprofundamento, sugestões de leituras para o professor e bibliografia complementar.” (BRASIL, 2014, p.41)

Na seção de análise apresentada no guia, são mencionadas instruções específicas apenas para atividades experimentais abertas que, como foi visto anteriormente, não parece ser o caso das atividades identificadas pelos participantes que as classificaram como atividades fechadas:

Há uma presença marcante de atividades propostas a partir de roteiros instrucionais, que conduzem o aluno na montagem experimental, coleta,

sistematização e análise dos dados, com questões que induzem os resultados e conclusões. Em algumas situações, os resultados aparecem em ilustrações ou no próprio texto, mas, em outras, os roteiros apresentam questões prévias que estimulam o aluno a formular hipóteses para confrontá-las com os resultados a serem obtidos.

Há, contudo, atividades experimentais de natureza aberta e, de fato, investigativas, nas quais é apresentada uma situação-problema a ser investigada. Os alunos são estimulados a refletir sobre o problema, levantar hipóteses, desenvolver o planejamento completo do experimento e realizá-lo. Nesses casos, o Manual do Professor traz orientações de como o professor deve orientar o trabalho dos alunos, materiais possíveis de serem utilizados e soluções de encaminhamentos para o experimento. (BRASIL, 2014, p.44)

Com isso percebe-se que as instruções do manual parecem respaldar o que afirma B4, ou seja, que para as atividades mais fechadas as poucas instruções e ilustrações apresentadas na coleção seriam suficientes para a realização das atividades. No entanto, a partir das imagens apresentadas por B1 e B4 (Figuras 09 e 10), percebe-se que a manifestação de B1 é importante na medida em que as orientações se limitam à resolução das atividades ou uma sugestão de trabalho interdisciplinar, deixando de lado aspectos importantes como o papel dessas atividades no desenvolvimento dos conteúdos, as aprendizagens esperadas com as mesmas ou sugestões para orientar o trabalho dos alunos.

B2, ao analisar as instruções ao professor na coleção Conexões com a Física de Martini et al (2013), menciona que no MP está indicada a seção onde se encontram as propostas e também a orientação da coleção para que este tipo de atividade seja contemplada em todos os momentos do curso.

No manual do professor, há a descrição de que na seção “investigar é preciso-atividade experimental” são propostos experimentos simples para serem realizados pelos alunos envolvendo os conceitos estudados durante a unidade, como o da imagem 1, por exemplo. Além disso, no manual também há indicação de que as atividades experimentais sejam contempladas em todos os momentos do curso de física, pois práticas dessa natureza exercitam o método científico. (B2)

Essa orientação de contemplar as atividades experimentais em todos os momentos é corroborada pela análise apresentada no guia, que enfatiza a física como ciência experimental:

Ao discutir as finalidades de um curso de Física para o Ensino Médio, o Manual levanta importantes questões que podem favorecer a reflexão do

professor sobre a prática docente. Exemplos: como promover um planejamento adequado para atingir os objetivos[...] sendo a Física uma ciência experimental, como introduzir nas aulas a dimensão empírica da Física e sua fenomenologia..." (BRASIL, 2014, p.102)

B2 ainda identifica diferenças entre as atividades propostas no livro do aluno e as que são apresentadas apenas no material do professor:

Foi no manual do professor que também foram localizados vários experimentos. Esses experimentos não estão apresentados nem propostos no livro do aluno, logo servem como sugestão ou orientação para o professor desenvolver determinados conteúdos em sala de aula. De maneira geral, esses experimentos são bem mais detalhados e explicados do que aqueles propostos no livro do aluno, logo é uma alternativa diferenciada para o professor trabalhar conteúdos. (B2)

Como visto anteriormente, B2 identificou três atividades no material do aluno e cinco no manual do professor. Quanto à diferenciação em relação a detalhes e explicações nas atividades, mencionada por B2, esta pode estar ligada ao fato de que as propostas do MP apresentam seus roteiros completos nesse material, ao passo que nas atividades do material do aluno os roteiros encontram-se separados de suas instruções, que estão no MP. Isso pode dar uma ideia de que o volume de explicações fosse menor no caso de atividades propostas no MP. Essa percepção pode ainda estar ligada à própria linguagem do texto que no caso no manual se dirige ao professor, dando mais instruções diretas ao mesmo, o que poderia passar a ideia de que são apresentados mais detalhes nesse diálogo com o leitor.

Em relação às instruções ao professor sobre as atividades experimentais, B3 chama atenção para a diversidade das orientações e para o papel do professor:

No manual do professor, as instruções apresentadas são de variados tipos. Desde como introduzir a atividade empírica até como conduzi-las. Creio que as instruções apresentadas sejam suficientes já que quem estará conduzindo a respectiva atividade é o professor, logo instruções de conteúdos são importantes, como são apresentadas nesse livro, mas as de comportamento em sala devem ser apenas em linhas gerais para guiar, mas não para moldar a conduta do professor. (B3)

B3 identifica orientações relacionadas a conteúdos, que também são apontadas no guia, no seguinte trecho:

As proposições sinalizadas no Manual do Professor, bem como as relações dos conceitos físicos com temas e contextualização conduzidas por distintas atividades didáticas, expressam uma preocupação na apresentação de um material de apoio que possa orientar a atuação do professor para organizar o processo de ensino-aprendizagem.” (BRASIL, 2014, p.90)

A ideia de que o professor é o condutor das atividades, expressa por B3 também se aproxima das análises apresentadas no guia:

Complementarmente, há orientações específicas para blocos de aulas e/ou atividades propostas em que se reforça a necessária intervenção do professor para o processo de ensino-aprendizagem. A parte específica do Manual, destinada às especificidades de cada volume, é dedicada à descrição dos propósitos de cada seção/atividade didática e às orientações e sugestões para o desenvolvimento de todas as atividades propostas no Livro do Aluno. Elas são detalhadas, para cada um dos volumes, em quatro seções: (i) *o tema* – justifica o tema e a apresentação dos conceitos a ele relacionados; (ii) *tratamento do conteúdo* – o professor encontra sugestão de como organizar o *conteúdo de cada capítulo*; (iii) *faça parte* – apresenta objetivos específicos da atividade, orientações sobre o que é importante enfatizar, respostas e resultado de questões e competências e habilidades a desenvolver; (iv) *sua parte* – são apresentadas respostas e soluções dos exercícios e problemas propostos no Livro do Aluno.” (BRASIL, 2014, p.91)

A análise de B3 está alinhada com a análise apresentada no guia, identificando as principais características das instruções que preconizam orientações sobre o que deve ser enfatizado e deixando para o professor o papel de conduzir as aulas conforme achar mais adequado.

B5 identifica as orientações ao professor e ressalta a indicação de materiais e as instruções iniciais que sinalizam em que momento devem ser realizadas as atividades:

O livro indica ao professor os aparatos que serão necessários para a realização dos experimentos. Indica também as orientações pra serem dadas aos alunos, de como proceder com a realização dos experimentos. Da dicas de atividades de como avaliar (solicitando aos alunos que relatem, criem hipóteses) e o que solicitar aos alunos. Também mostra de que forma pode encaixar o experimento com os conteúdos seja como uma introdução, problematização ou motivação. (B5)

A análise de B5 vai ao encontro do que sinaliza a resenha da coleção (Gonçalves Filho e Toscano, 2013) no guia que, especificamente sobre atividades experimentais, aponta:



Logo no início de cada capítulo, apresentam-se comentários sobre o conteúdo e os objetivos didático-pedagógicos a serem alcançados, bem como sugestões para o trabalho em classe e a resolução dos exercícios e atividades propostos. (BRASIL, 2014, p. 75)

A ilustração (Figura 30) apresentada por B5 em sua análise ilustra essa aproximação em relação as instruções no início do capítulo, apresentando um trecho dessas orientações.

Figura 30 – Imagem de orientação para atividade experimental (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.02 assessoria pedagógica cap. 7).

#### ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

No tópico 3 – “A interferência luminosa”, sugerimos uma atividade que necessitará de guarda-chuva e um ambiente iluminado com uma lâmpada incandescente ou fluorescente. Como essa atividade é apresentada no início do tópico, ela pode ser feita em sala de aula de forma demonstrativa e introdutória.

No tópico 5 – “A refração da luz branca no prisma e na atmosfera”, há a proposição de um experimento no qual são necessários: vasilha transparente, lanterna, leite e colher. Antes de propor sua realização, sugerimos que os alunos registrem o que acham que acontecerá para depois comparar com os resultados efetivamente obtidos. Avalie se no ambiente no qual será realizado o experimento há interruptor para apagar a luz da sala.

É importante notar que B5 atenta para aspectos importantes das orientações ao professor como a indicação dos momentos de inserção das atividades experimentais e o papel do experimento em relação ao desenvolvimento dos conteúdos.

A partir desses resultados se pode constatar que as análises das orientações para o professor a respeito das atividades experimentais mostraram que os participantes conseguiram perceber alguns aspectos importantes das instruções apresentadas nas coleções e que suas conclusões se aproximam em muitos casos das análises apresentadas no guia do LD.

Ainda que se trate apenas das instruções sobre as atividades experimentais, essa aproximação entre aspectos apontados pelos alunos e as resenhas do guia do LD podem ser atribuídas a uma discussão dirigida, mostrando que é possível que professores e futuros professores possam realizar essas discussões desde que tenham preparação para tal tarefa.

#### 4.4.4. Classificação quanto a função educacional, ênfase matemática e nível de abertura das propostas experimentais

Em relação a ênfase matemática, os alunos constataram uma predominância de atividades quantitativas, como se pode observar na Tabela 8.

Tabela 8 – Classificação das atividades experimentais quanto a ênfase matemática realizada pelos participantes.

Sujeito	Qualitativas	Quantitativas	Qualitativa e quantitativas
B1	3	1	-
B2	4	3	1
B3	5	-	-
B4	3	-	-
B5	7	-	1
<b>Total</b>	22	4	2

A predominância de atividades qualitativas é mencionada nas conclusões de B3, que apresenta uma reflexão sobre essa característica:

As tarefas são todas de caráter qualitativo, o que é interessante por preocupar-se apenas com o fenômeno e não focar em cálculos sem sentido, apesar de entender que o uso de uma atividade empírica com cálculo também tenha sua função: a de demonstrar que matemática e experimento conversam entre si e que se complementam, porém, como não apresentou nessa unidade, espero que o livro faça essa associação em outros tópicos. (B3)

Percebe-se que B3 apresenta uma percepção da relevância dos dados coletados, onde encontrou apenas atividades de caráter qualitativo, apresentando seu reconhecimento a importância de atividades quantitativas. No entanto estas ainda aparecem em um número muito menor que as qualitativas em relação a ótica.

O guia do LD (Brasil, 2014), em sua análise da coleção Quanta Física (Kantor et al, 2013), também não aponta que as atividades da seção *Faça Parte* contemple manipulações numéricas ou algum tipo de matematização associadas às experiências, como se percebe no trecho a seguir:

O Livro do Aluno é permeado por atividades e situações-problema, nas quais os estudantes podem apresentar suas considerações sobre o assunto tratado e debatê-las com os colegas, como por exemplo, nas atividades presentes

nas seções *Faça Parte*. As atividades dessas seções permitem o trabalho de conteúdos de natureza distinta, isto é, com conceitos, leis e princípios da Física; com procedimentos, tais como: observar, analisar fenômenos, coletar e registrar informações, elaboração e emissão de conclusões. Os arranjos experimentais propostos são possíveis de realização em ambientes escolares típicos. (BRASIL, 2014, p.90)

No entanto há menção também ao tratamento matemático em outras partes da coleção, como explicado no trecho abaixo:

A coleção explora uma descrição fenomenológica e qualitativa, sem deixar de realizar o necessário tratamento matemático. Este é apresentado adequadamente para possibilitar que o aluno o empregue, sobretudo, nos exercícios e problemas propostos que solicitam uma resolução matemática. (BRASIL, 2014, p.89)

É importante perceber que a classificação das propostas quanto a ênfase matemática apresenta aos participantes dados que permitem a estes avaliar em que medida a obra proporciona o trabalho numérico associado a propostas experimentais, com isso, é possível instigar reflexões como a de B3.

A análise dos alunos em relação à função educacional das atividades experimentais, preconizou que estes classificassem as propostas conforme seu grau de direcionamento em: demonstração, verificação ou investigação, de acordo com as descrições de Araújo e Abib (2003). Os resultados evidenciaram a predominância de atividades de demonstração e verificação. Os dados relativos a esse levantamento podem ser consultados na Tabela 9.

Tabela 9: Classificação das atividades experimentais quanto à sua função educacional.

<b>Sujeito</b>	<b>Demonstração,</b>	<b>Verificação</b>	<b>Investigação</b>
B1	-	4	-
B2	2	5	1
B3	2	2	1
B4	-	3	-
B5	3	5	-
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>2</b>

Os resultados obtidos com essa classificação são mencionados nas conclusões de B1, B2 e B5:

De modo geral, sempre é preciso conferir as atividades que se está propondo para os alunos, pois é necessário a mesma ter um significado para que tenha sentido para eles, ou seja, que eles percebam que a mesma está ligada com alguma coisa que se vem estudando. Por isso, é imprescindível que todas as atividades propostas tenham seus objetivos definidos, no livro didático, mesmo não estando explícito, ele tem o objetivo de verificar o que está propondo. (B1)

De todos os experimentos encontrados, a maioria deles é de demonstração, onde o professor monta e realiza, ou de verificação de algo já visto ou estudado, normalmente trazendo todas, ou quase todas, as etapas da realização, como objetivo, materiais e procedimentos. [...] Da maneira como os experimentos são apresentados, pode-se dizer que para os autores, as atividades experimentais têm o papel de verificar na prática uma teoria já estudada. Como essas atividades são propostas, a construção de um conhecimento científico a partir delas se torna muito difícil. Caso os professores queiram utilizar esses experimentos não como verificação ou demonstração, deveriam reformula-los. (B2)

As atividades experimentais que livro traz são de grande maioria introdutória, o que é bom pois traz ao aluno uma ideia do que será estudado, ou em outros caso como comprovação, onde o aluno já sabendo do que se trata apenas confirma o que já tem conhecimento. (B5)

A partir das tarefas realizadas, B1 conclui que as atividades experimentais devem ter seus objetivos explícitos e constata, a partir da classificação que as atividades propostas na coleção que analisou são de verificação, quanto a seus objetivos.

Os registros de B2 demonstram claramente que a atividade de classificação proposta promoveu uma reflexão por parte do aluno sobre as atividades por ele identificadas. Nesse sentido, é importante notar que o aluno já começa a identificar que o LD tem autores responsáveis por apresentar uma ideia sobre o ensino mediante o material em questão, com isso percebendo que cabe a ele interpretar as concepções por trás da composição da obra baseado em sua análise.

O predomínio de atividades de caráter menos investigativo está também retratado nas avaliações das coleções analisadas por B2 e B5. Na avaliação da coleção analisada por B2 (Martini et al, 2013), o guia apresenta isso de forma menos evidente:

Ao final de cada unidade, são propostos experimentos simples, na sua maioria para demonstração, para uso em sala de aula com o auxílio do professor ou como investigação pessoal do aluno em casa. Apresentam-se, também, atividades para serem realizadas em grupo, nas quais são

propostas atividades experimentais numa abordagem mais aberta. (BRASIL, 2014, p.101)

A única atividade classificada como investigativa por B2 corresponde a uma atividade em grupo, o que coincide com o que afirma o guia do LD no trecho acima. No entanto, para B2 a dimensão experimental na coleção avaliada não parece afinada com uma perspectiva investigativa, o que é um dos critérios eliminatórios da seleção de 2015 (Brasil, 2014).

A coleção analisada por B5, também tem suas atividades classificadas no guia do LD como atividades de demonstração/observação e verificação:

Os arranjos experimentais e os experimentos didáticos são de fácil realização e aparecem de forma recorrente ao longo da obra. As questões relacionadas às atividades práticas privilegiam a observação, aplicação de métodos e procedimentos e a comprovação de leis. Nesse sentido, as experimentações propostas ao final de algumas seções cumprem a função de verificar a interpretação das ideias dos alunos sobre o texto. Não obstante, algumas atividades favorecem a elaboração de hipóteses, a identificação de fenômenos, o controle de variáveis, a tomada de decisões, a interpolação e extrapolação de resultados característicos da investigação escolar. (BRASIL, 2014, p.75)

Embora B5 tenha um registro mais sucinto, percebe-se que sua avaliação se aproxima também da avaliação proposta pelo guia, embora este mencione que “algumas” atividades favoreceriam a elaboração de hipóteses, fato que não parece ter sido constatado por B2 que, no entanto, analisou apenas as páginas relativas à ótica.

Sobre a classificação<sup>11</sup> quanto aos níveis de abertura das propostas todas as propostas foram classificadas no nível 0 ou 1, ou seja, de acordo com a tabela de classificação utilizada (Borges, 2002) na maioria foram dados aos alunos o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar e nas demais apenas as conclusões ficam a cargo dos alunos.

---

<sup>11</sup> Segundo a classificação utilizada por Borges (2002), o nível 0 corresponde ao extremo de problema fechado, são dados o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor e ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. E no nível 3 o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões.

Tabela 10: Classificação das atividades experimentais quanto ao nível de abertura.

Sujeito	Nível de abertura			
	0	1	2	3
B1	4	-	-	-
B2	5	3	-	-
B3	1	4	-	-
B4	3	-	-	-
B5	4	4	-	-
<b>Total</b>	17	11	0	0

Os dados da Tabela 10 demonstram que as atividades analisadas pelos participantes se concentra nos níveis 0 e 1, sobre esses resultados B1, B2 e B4 concluem:

Em alguns casos, a conclusão estava implícita, porém seria fácil chegar a ela, devido ao conteúdo já ter sido trabalhado. Mesmo naqueles casos em que os alunos devem montar e realizar o experimento e que a conclusão está em aberto, não chega ao nível da investigação, pois a formulação de hipóteses para a resolução de tal problema não está evidente no experimento, logo isso deverá partir do professor. [...] Eu acredito que o papel da experimentação no ensino de física pode ir além da verificação ou demonstração, ou seja, pode-se utilizar tais atividade como forma de desenvolver um conteúdo físico, onde os alunos sejam instigados, por meio de questões ou problemas, a querer compreender como tal fenômeno ocorre, de forma a construir seu próprio conhecimento. (B2)

Outro ponto que chamou a atenção é que os roteiros apresentados no LD destas atividades continham um roteiro fechado, ou seja, eles apresentavam o passo a passo de como fazer o experimento e ainda colocava imagens no decorrer para serem visualizadas e que ajudavam na montagem do experimento. [...] nestas atividades encontradas no LD poderiam ser mais aberta, por exemplo, colocando desafios aos alunos a partir do que estes construíram e do que observaram com a atividade montada, assim como, começar as atividades com uma motivação inicial, para a mesma ficar atrativa. (B1)

As questões trazidas apresentavam o problema, os procedimentos e as possíveis conclusões, sendo categorizada com um nível zero de investigação, segundo a classificação utilizada que vai de 0 a 3. (Borges, 2002). [...] De um modo geral, a presença das atividades empíricas é reduzida em número e acredito que pouco explorada, proposta de modo fechado e inclusive, sem um nível avançado de investigação científica, conforme classificado anteriormente. (B4)

As classificações realizadas permitiram que os alunos reconhecessem seu caráter mais fechado, que as distancia de uma investigação, possibilitando a reflexão em torno da dimensão experimental apresentada no LD. Com isso, os participantes

passam da simples identificação das atividades presentes nas coleções para sujeitos que reconhecem a importância de proporcionar aos alunos da educação básica uma experiência mais investigativa, com propostas mais abertas e atraentes, o que se espera atualmente da atividade experimental no ensino de física.

#### 4.5. ANÁLISE DA DIMENSÃO TECNOLÓGICA NO LD

Para análise dos dados sobre a dimensão tecnológica serão considerados os produtos das análises utilizando o roteiro, das conclusões e dos diários escritos pelos sujeitos da pesquisa. O roteiro de análise (Apêndice E) proposto para a dimensão tecnológica foi dividido em três etapas. A primeira para a identificação das passagens que fazem menção tecnologia relacionadas à ótica. A segunda para análise do que apresentam essas passagens e a classificação do papel atribuído a esses trechos em motivação/justificativa, ilustração e aplicação. E a terceira para análise das instruções ao professor relacionadas a essas passagens. Os resultados obtidos a partir desses instrumentos são apresentados a seguir.

##### 4.5.1. Análise da identificação das propostas

O primeiro passo previsto no roteiro para análise da tecnológica nas coleções previa uma identificação das formas de apresentação desses elementos no LD. A partir dos resultados constatou-se que nenhum dos alunos identificou completamente os trechos relacionados a aspectos tecnológicos presentes nas coleções. A diferença entre o número de atividades identificadas pelos participantes e o investigador encontra-se na Tabela 11.

Os alunos identificaram trechos relacionados a aspectos tecnológicos em diversas partes do LD em seções especiais, junto ao texto e também em exercícios. Todos os alunos conseguiram identificar elementos no decorrer do texto dos LD e em seções e boxes especiais. Desses três itens do LD, apenas B3 não identificou exercícios na coleção por ele analisada.

Tabela 11 – Diferença entre o número de trechos encontrados pelos sujeitos da pesquisa e o pesquisador.

Sujeito	Trechos pontados pelo participante	Atividades encontradas pelo pesquisador
B1	8	19
B2	10	12
B3	6	8
B4	8	19
B5	10	13
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>71</b>

Como se pode perceber na Tabela 11, a diferença entre os dados levantados pelos alunos e pelo pesquisador são bastante próximos para B2, B3 e B5, no entanto para B1 e B4 há uma diferença grande. Esses alunos, que identificaram oito trechos cada um, apresentaram menos da metade dos trechos identificados pelo investigador. Foram apontados por eles três trechos ao longo do texto, três trechos em seções especiais e duas atividades, conforme exemplificam respectivamente as Figuras 31, 32 e 33 a seguir.

Figura 31 – Imagem de trecho do texto relacionado à tecnologia por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.224).

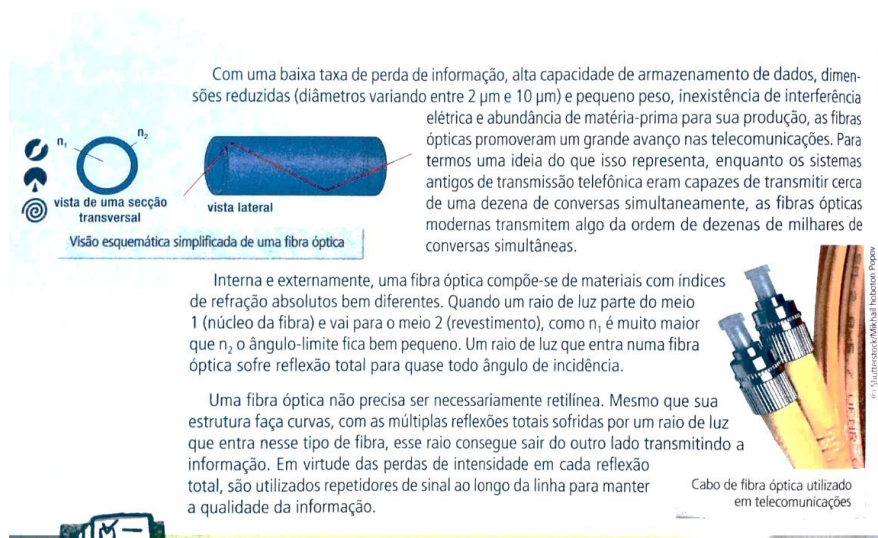




Figura 32 – Imagem de trecho em seção especial relacionado à tecnologia por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.164).



## Espaço da tecnologia

### A evolução das lâmpadas

Os lampiões a querosene e a gás foram amplamente utilizados no século XVIII e, mesmo usando uma tecnologia bastante primitiva de queima de combustíveis, podem ser considerados precursores das lâmpadas de hoje, e ainda são utilizados quando não há energia elétrica disponível.



© Shutterstock/Peter Sarneliev

O filamento de tungstênio das lâmpadas incandescentes pode passar dos 2 000°C

Com o desenvolvimento das pesquisas científicas, novas possibilidades de geração de luz surgiram principalmente a partir do domínio e do entendimento dos fenômenos elétricos (que serão estudados no volume 3 desta coleção). Ligando fios elétricos entre os terminais de uma bateria e colocando um filamento no interior de um bulbo de vidro, surgiam as primeiras lâmpadas elétricas.

Thomas Edison foi o primeiro a inventar uma lâmpada incandescente comercialmente viável. Apesar da baixa eficiência para produzir luz (como dito, cerca de 95% da energia liberada pela lâmpada incandescente é térmica), a lâmpada que usa filamento de tungstênio e emite uma luz amarelada sofreu poucas transformações desde o seu surgimento até os modelos ainda presentes em algumas casas.



© iStockphoto.com



© Shutterstock/John

Mais eficientes e sem emitir tanto calor quanto as incandescentes, as lâmpadas fluorescentes também são popularmente conhecidas como lâmpadas frias

Por volta de 1857, o físico e químico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908) previu que, com o desenvolvimento da eletricidade e de estudos sobre o comportamento do gás em ampolas de baixa pressão, novos tipos de lâmpadas poderiam ser desenvolvidos – as lâmpadas fluorescentes. No entanto, tais lâmpadas, mais eficientes que as incandescentes, só chegaram aos mercados por volta de 1927. Dentro do tubo dessas lâmpadas, alguns elétrons são acelerados e conseguem excitar o gás, que emite luz ultravioleta, numa frequência que não se pode enxergar. Nas paredes desse tubo há um revestimento de um material que, em contato com a ultravioleta, fica fluorescente, ou seja, libera luz visível, em geral na cor branca. Por isso, recebe o nome de lâmpada fluorescente.

O pó branco das paredes desse tipo de lâmpada é extremamente prejudicial à saúde humana por conter mercúrio e fósforo. Tais elementos químicos podem favorecer o surgimento de câncer e provocar lesões no fígado e nos rins. Portanto, seu descarte não deve ser feito no lixo comum, pois pode contaminar o solo e os lençóis freáticos. É sempre bom se informar junto ao fabricante e à prefeitura de seu município sobre os locais específicos de descarte ou sobre os procedimentos de coleta dessas lâmpadas.



© Shutterstock/Dennis Steen

Uma lâmpada de LED tem capacidade de durar mais de 100 anos

A lâmpada fluorescente, além de durar mais e iluminar melhor, proporciona aos usuários uma economia de aproximadamente 75% no consumo de energia, comparando-se às lâmpadas incandescentes. Ela custa um pouco mais, porém a conta de luz certamente diminui, o que resulta em economia de energia a longo prazo.

As pesquisas referentes a esse assunto continuam, e as lâmpadas incandescentes e fluorescentes já podem, em alguns casos, ser substituídas por lâmpadas de LED (diodo emissor de luz), que apresentam baixo nível de aquecimento quando ligadas, além de serem mais fáceis de reciclar e de durarem muito mais tempo – cerca de 45 mil horas, trinta vezes mais que uma lâmpada incandescente. Comparada à lâmpada fluorescente, a vantagem da lâmpada composta de LEDs é o baixo impacto ambiental que causa, pois não tem mercúrio ou outros metais pesados em sua composição.

Figura 33 – Imagem de trecho de atividade relacionada à tecnologia por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.189).

## Atividades

3. Com base nas informações da seção **Espaço da tecnologia** intitulada *A evolução das lâmpadas*, discorra brevemente sobre os aspectos positivos e negativos das lâmpadas incandescentes e das lâmpadas de LED, primeiramente do ponto de vista do consumidor, depois do ponto de vista do empresário que vende tais lâmpadas. *Pessoal.*

B1 e B4 apontam trechos bastante representativos como se percebe nas imagens apresentadas. No entanto, em sua análise outros 11 trechos são ignorados. São dois trechos no corpo do texto, quatro trechos de seções especiais, três trechos de atividades e outros dois trechos do MP, que se apresentam apenas indicados no corpo do texto, conforme representado nas Figuras 34 e 35.

Figura 34 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia não identificado por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.161).



Por fim, os impactos ambientais estão relacionados com as mudanças que ocorrem nas orientações dos seres vivos, o que pode afetar a reprodução, a migração e a comunicação entre as espécies. Animais diurnos, por exemplo, podem passar a caçar à noite, causando um desequilíbrio ambiental pela redução de presas. Filhotes de tartarugas podem ficar desorientados ao sair de seus ninhos nas praias. Plantas também podem ter seus mecanismos de crescimento e florescimento alterados pela exposição à luz artificial.

Diante do exposto, que medidas você sugeriria para diminuir os efeitos da poluição luminosa? O que você acha das medidas da República Checa? Você conhece alguma medida semelhante sendo tomada no Brasil? Caso julgue necessário, escreva uma carta às autoridades de seu município sobre o assunto. [Ver Manual – item 6.6.](#)

Desse breve histórico da iluminação e de sua relação com questões sociais, econômicas e ambientais, é possível perceber que ela está relacionada com vários campos da Física (e da Química, da História, da Geografia, da Biologia...). A iluminação se relaciona com, por exemplo, o calor e o estudo dos gases na Termodinâmica, os fenômenos da luz na Óptica, o arco voltaico e a produção de energia elétrica no Eletromagnetismo, e a interação entre radiação e matéria na Física Moderna. Isso novamente mostra que as Ciências não são formadas por disciplinas e divisões estanques e isoladas, mas que estão todas relacionadas e todos os conhecimentos se complementam para descrever a natureza.

### Fontes de luz [Ver Manual – item 6.7.](#)

Para avançarmos na compreensão da luz, observe atentamente a pintura ao lado e procure relacionar o efeito da luz e os detalhes que podem ser vistos pela iluminação. Qual é a origem da luz emitida? [Ver Manual – item 6.8.](#)

A obra é do pintor francês George de La Tour, muito conhecido por reproduzir cenários noturnos iluminados. Nossa percepção da cena só é possível graças à iluminação fornecida pela vela que a criança segura. Mas e quanto ao rosto da criança, do adulto e dos demais elementos que podemos enxergar na pintura de La Tour? Eles também emitem luz?

LA TOUR, George de. **São José carpinteiro**. 1640. 1 original de arte, óleo sobre tela. 137 cm x 102 cm. Musée du Louvre, Paris.

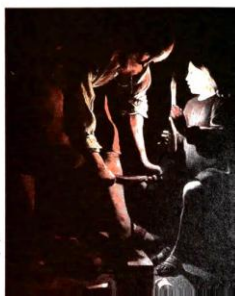


Figura 35 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia não identificado por B1 e B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.90 do Manual do Professor.).

- Item 6.6** – Essas perguntas, bem como o tema da poluição luminosa, podem ser estendidos com um trabalho em colaboração com os professores de Geografia, Química e Biologia, que podem abordar questões econômicas, sociais e ambientais relacionadas com o assunto. Algumas respostas podem estar na substituição da iluminação pública por lâmpadas mais eficientes, bem direcionadas e dimensionadas para as necessidades de iluminação, como lâmpadas fluorescentes, de potência adequada e voltadas para o chão. Também é válido combater o excesso de iluminação em empreendimentos industriais, comerciais e residenciais, estabelecendo critérios normativos para a potência e configuração das luminárias em função da atividade e da área a ser iluminada. No Brasil, uma das iniciativas públicas para se combater a poluição luminosa foi o plano diretor de iluminação pública de Campinas, de 2010, que propõe uma política de regulação da poluição luminosa e de utilização racional da iluminação pública, estimando uma economia de 25% de energia elétrica.

Apesar de identificarem trechos no decorrer do texto, as sugestões ao professor que apresentam indicações ao longo do texto e descrições no manual, ilustradas na Figura 32, mostram que essas ainda são pouco exploradas por B1 e B4. Além deles, B2 também deixa de apontar duas passagens desse tipo na coleção que analisa. O que evidencia que esse tipo de indicação ainda não parece sensibilizar os alunos em suas análises.

B2, identifica sete trechos relacionado à tecnologia em seções especiais, dois exercícios e um trecho no decorrer do texto principal da coleção. Em relação aos trechos identificados pelo pesquisador B2 deixa de apontar apenas as sugestões ao professor mencionadas acima.

Já B3 apresenta seis trechos que associa a tecnologia. São cinco no corpo do texto e um em box especial. A diferença em relação aos trechos identificados pelo pesquisador se deu em duas atividades propostas em um box específico intitulado “faça parte”, conforme ilustra a Figura 36.

Figura 36 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia não identificado por B3 (Kantor et al, 2013, p.128).

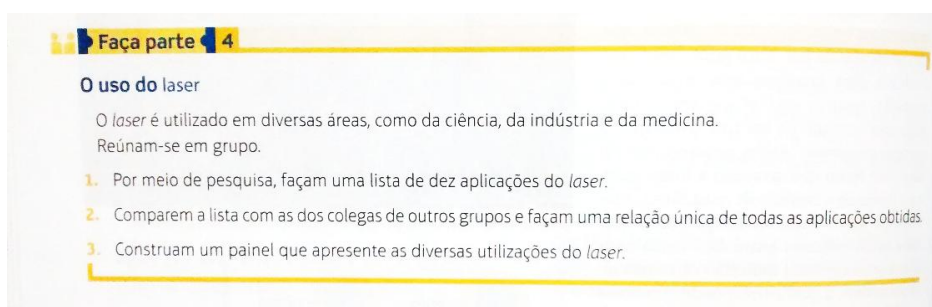
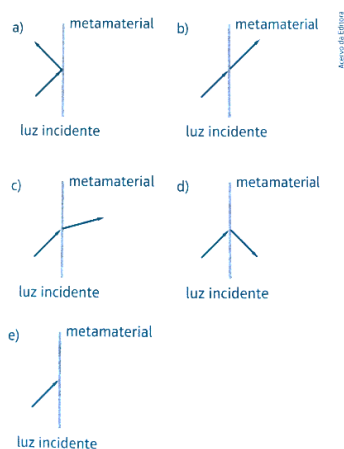


Figura 37 – Imagem de exercício relacionado à tecnologia não identificado por B3 (Kantor et al, 2013, p.106).

(Enem) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresentava valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de "canhoto".

Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>  
Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

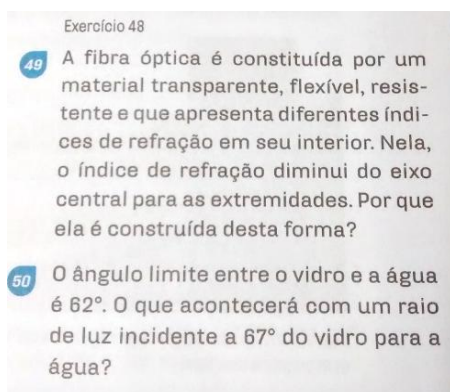
Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?



B3 parece não ter olhado para atividades e exercícios, que em geral, como pudemos constatar apresentam poucas incidências em relação à consideração das dimensões analisadas até o momento. Os exercícios parecem não contemplar os elementos dessas dimensões da mesma forma que o restante das coleções.

Em relação a exercícios, B5 apresenta seis trechos que apresentam exercícios relacionados à tecnologia. Além desses, B5 aponta 3 trechos em seções especiais e um trecho no corpo do texto. Nos trechos que contém exercícios apontados por B5, são indicados 13 exercícios, como por exemplo o exercício 48 ilustrado na Figura 38.

Figura 38 – Imagem de exercício relacionado à tecnologia identificado por B5 (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.169).



Apesar da identificação da maioria dos trechos, uma passagem do texto, uma imagem e um exercício escapam da análise de B5.

O que se constata nessa etapa de identificação dos aspectos tecnológicos no LD é que ainda prevalecem os trechos mais evidentes como seções especiais e trechos do texto, principalmente associados à imagens e uso de termos característicos da dimensão analisada.

#### 4.5.2. Análise da tecnologia no LD

Nessa seção são apresentadas as análises dos diversos aspectos elencados no roteiro (apêndice E) sobre o conteúdo dos trechos relacionados à tecnologia na análise realizada pelos participantes. Esta será complementada, sempre que possível e oportuno, com extratos das conclusões que os mesmos elaboraram para a dimensão tecnológica.

##### 4.5.2.1. Atualidade dos aspectos apresentados

Em relação à atualidade dos aspectos relacionados à tecnologia identificados no LD, as análises podem ser classificadas em dois conjuntos: *totalmente atuais* e *parcialmente atuais*. O conjunto *totalmente atuais* abarca alunos (B3 e B4) que apontam que todos os elementos identificados na coleção por ele analisada são

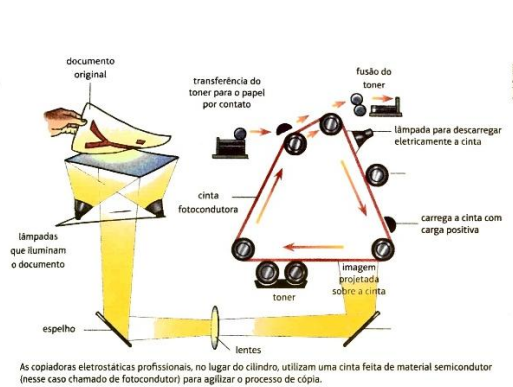
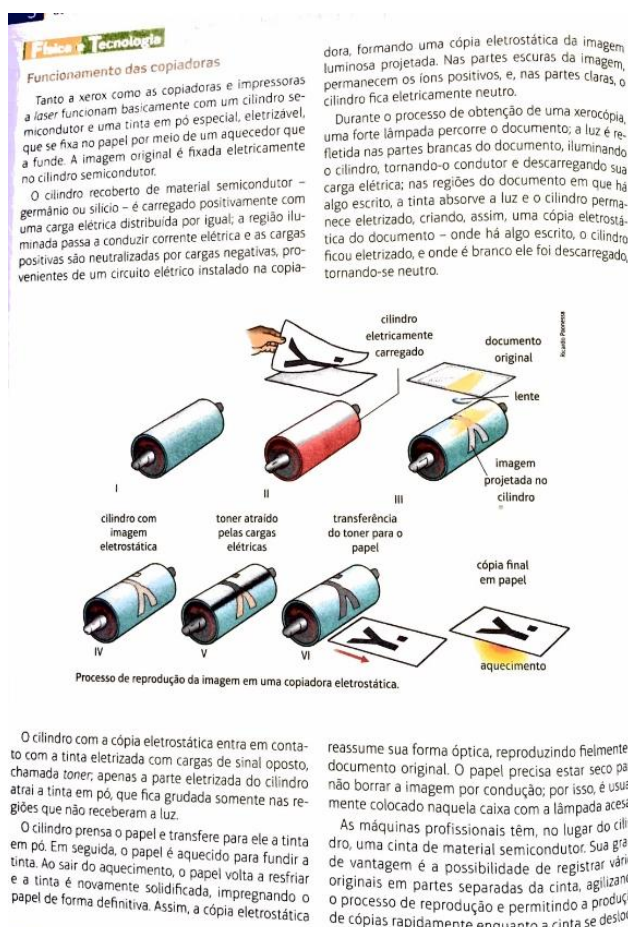


atuais. Para B3 os aspectos apresentados pela coleção são próximos ao cotidiano dos alunos, como ilustra o trecho a seguir:

Os aspectos apresentados são atuais, ou seja, são de uso habitual da maioria dos alunos. São assuntos relevantes e próximos do cotidiano. Por exemplo, na página 122 (figura 1), o funcionamento das copiadoras é apresentado. Ora, se considerarmos que as provas que os alunos realizam são por vezes replicadas em máquinas como a estudada, isso torna-se um assunto relevante e habitual. (B3)

A figura 1, referida por B3 está representada na imagem apresentada na Figura 39, a seguir.

Figura 39– Imagem de trecho relacionado à tecnologia identificado por B4 (Kantor et al, 2013, p.122-3).



As impressoras a laser (uma radiação eletromagnética com características especiais) são uma evolução da xerox.

Nesse processo de impressão, é o laser, controlado por um microcomputador, que constrói a imagem e envia a informação para a impressora, onde as imagens são impressas no cilindro semicondutor por um feixe de laser, que ilumina as partes do cilindro que devem ficar em branco e não ilumina as partes que têm de ficar registradas no papel.

As máquinas fotográficas digitais e as filmadoras analógicas ou digitais também utilizam propriedades dos semicondutores, mas, em vez de um cilindro, possuem uma matriz semicondutora. Essa matriz

consiste de uma placa com muitos elementos semicondutores, que fixam uma imagem eletrostática. A imagem, em seguida, converte-se em uma sequência de pulsos elétricos, os quais são codificados e armazenados ou transmitidos para que possam ser remontados posteriormente em outros equipamentos.

As copiadoras a laser utilizam parte da tecnologia da impressora a laser, parte da tecnologia da xerox e parte da tecnologia das máquinas fotográficas digitais. O documento é iluminado, e a luz refletida transforma-se em imagem por meio de uma matriz de silício. A imagem é então enviada ao microcomputador da copiadora, que reproduz o sinal com o laser no cilindro semicondutor. O restante do processo é idêntico ao da xerox.

Apesar de a maioria dos trechos da coleção analisada por B3 apresentar aspectos atualizados, como o exemplo mencionado. No entanto há também um exemplo de desatualização ignorado por B3. Trata-se da descrição do funcionamento do projetor de slides e do retroprojetor, que já estão em pleno desuso, como o próprio texto coloca (Figura 40).

Figura 40 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia desatualizado (Kantor et al, 2013, p.119).

### Projetando nossa vida

O **projetor de slides** é um equipamento, em desuso, que projeta a imagem fixada em um *slide* em um anteparo, por exemplo uma tela.

Um *slide* é constituído por uma base de material translúcido e pigmentos fixados durante os processos de fotografar, revelar e fixar uma imagem. Os pigmentos permitem a passagem de luz de algumas cores e impedem (refletem ou absorvem) a de outras; a composição da luz que atravessa o *slide* forma a imagem projetada.

No projetor, uma lâmpada muito intensa ilumina o *slide* e uma lente convergente serve para aumentar o tamanho da imagem e focalizá-la no anteparo. A imagem é real e invertida; para que a imagem seja vista corretamente, os *slides* precisam ser colocados no

Esse mesmo trecho que se estende até a página 21 apresenta ainda a descrição do funcionamento do projetor de cinema, sem mencionar as projeções 3D cada vez mais presentes nas salas do país.

Por outro lado, a maioria dos alunos localizou apenas uma parcela dos trechos como atual. Esse conjunto dos *parcialmente atuais*, representados por B1, B2 e B5, contempla análises que concluem que nem todos os aspectos tecnológicos apresentam-se atualizados. Nesse sentido, as análises vão, por exemplo, desde B1, que aponta apenas um dos aspectos apurados como atual, até B2 que coloca oito dos dez aspectos por ele apontados como atuais. Já para B5 a metade dos trechos é atual.

A atualidade dos aspectos tecnológicos é uma questão, em muitos casos, discutível e depende, além do assunto, da forma como é abordado. Por exemplo, a justificativa de B5 para considerar a seção “A origem da máquina fotográfica: a câmara escura” como desatualizada é a possível não utilização de máquinas fotográficas de filmes.

Ele não é atual, mas não ela originou a máquina fotográfica de filmes que, apesar, de não estar mais sendo utilizada ela já foi muito usada. (B5)

Se visto por outro ângulo, muitas pessoas têm aderido à máquinas de filme, ou nunca largaram esse tipo de aparelho. Com essa informação se poderia discutir, por exemplo as diferenças entre esse tipo de câmera e as digitais, que sequer são mencionadas.

Essa questão aparece ilustrada, comparando as análises de B1 e B4. Ambos avaliam a mesma coleção, mas B1 aponta apenas dois trechos como atuais, enquanto B4 afirma que todos são atuais.

No meu entender apenas a questão das lâmpadas Led, pode-se dizer que é atual, ou seja, a figura 4. O espelho mencionado na figura 5, também pode se dizer que é atual, mas acredito que não se tem o conhecimento deste artefato, pois como relatado nesta seção esse não está disponível ainda no mercado. (B1)

Considerando apenas as lâmpadas de LED e retrovisores que evitam pontos cegos atuais B1 desconsidera, por exemplo, fibra ótica e refratômetro como elementos atuais em sua análise.

De forma geral, na análise da atualidade dos elementos tecnológicos identificados demonstra que os elementos trazidos nos LD se apresentam atualizados, com algumas exceções. Quanto ao trabalho de análise em si, contata-se a partir de avaliação paralela realizada pelo pesquisador que as análises condizem com os conteúdos apresentados nas coleções. As exceções aqui ficaram por conta de B3 e B1, onde B3 não aponta alguns elementos que se tornaram obsoletos e que talvez muito alunos não cheguem a conhecer e B1 que aponta apenas dois elementos atuais na coleção que analisa, porém que estes elementos não se caracterizam desatualizados, como bem aponta B4.



#### 4.5.2.2. *Conhecimento e acessibilidade dos alunos sobre os aspectos tecnológicos*

Sobre o conhecimento e o acesso dos alunos aos aspectos tecnológicos identificados nas coleções as análises apresentam também uma divisão em *totalmente acessíveis* e *parcialmente acessíveis*. O conjunto *totalmente acessíveis* abrange a análise de B3 que identifica que todos os aspectos tecnológicos apresentados na coleção analisada são acessíveis.

Já as análises de B1, B2, B4 e B5, classificadas como *parcialmente acessíveis*, trazem avaliações que apontam que alguns aspectos tecnológicos são de conhecimento e acesso dos alunos e outros não, como aponta B4:

Apesar de ser relativo ao local e realidade a qual o aluno está inserido, acredito que nem todos os aspectos presentes são de amplo conhecimento dos alunos. Não acho que sejam de difícil reconhecimento, contudo, isso varia do acesso às informações que à população já tem. De modo geral, é possível que, o aluno que já está inserido no mundo tecnológico, reconheça facilmente as aplicações do que é trazido no livro.

Apesar de reconhecerem que alguns trechos podem não ser acessíveis ou de conhecimento de alguns alunos de educação básica, as análises apontam que a maioria dos trechos relacionados à dimensão tecnológica faz parte da vida dos alunos, podendo ser reconhecido por eles, como aponta B5 em suas conclusões:

Esses textos também, por se tratar de tecnologia, são de assuntos do cotidiano do estudante. Coisas do qual ele usa, tem fácil acesso e amplo conhecimento. Verifica-se que desse modo o texto chama atenção do aluno. (B5)

Compreender que um mesmo aparato pode ser reconhecido ou não conforme o contexto do aluno é importante e os alunos mostram com as análises que essa ponderação faz parte de suas práticas.

#### 4.5.2.3. Contextos de desenvolvimento, necessidades e aspectos ambientais associados à produção e uso

Em relação aos contextos de desenvolvimento (onde, quando, por quê, por quem...), das necessidades de sua existência e de aspectos ambientais associados a sua produção e uso as análises foram classificadas em dois grupos: *descontextualizado* e *parcialmente contextualizado*. No primeiro grupo enquadram-se as análises que constatarem que a coleção avaliada não apresenta contextos de desenvolvimento, necessidades e aspectos ambientais associados à produção e uso. Nesse grupo constam B2 e B3.

O desenvolvimento dos aparatos tecnológicos não é levado em consideração nos textos, assim como suas limitações e as implicações ambientais. Como pode ser visto nas descrições acima, a preocupação está em descrever sua função e destacar seus pontos positivos para a sociedade. (B2)

Quanto à contextualização de onde cada item é desenvolvido, não se faz presente no livro, destacando apenas a explicação física do desenvolvimento de um produto não focando no processo como um todo, desde produção ao uso[...] (B3)

No outro grupo, *parcialmente contextualizado*, encontram-se as análises que julgaram que as coleções trazem alguns elementos contextuais em alguns trechos. Nesse grupo contam B1, B4 e B5. B1 argumenta que apenas as seções especiais trazem alguns elementos como quem e onde foram desenvolvidas as inovações descritas. B4 vai na mesma direção, mencionando que alguns trechos trazem onde, quando e por quem foram desenvolvidos os aspectos tecnológicos.

Nas seções encontradas pode-se verificar que o autor menciona como se deu a evolução (no caso das Lâmpadas Led) e também relata sobre quem e aonde foram desenvolvidas as inovações descritas, assim como as aplicações das mesmas. (B1)

Há os aspectos que trazem o desenvolvimento (como exemplo, a p. 222), dizendo onde, quando e por quem foi realizada e outros que não, como, por exemplo, a p. 218, limitando-se a aplicação do refratômetro. Os aspectos ambientais associados a sua produção não são trazidos em nenhum dos casos. (B4)

Já B5, em sua análise, indica que a maioria dos trechos traz sim uma contextualização. B5 é o único que afirma que a maior parte dos trechos apresenta o contexto de desenvolvimento, necessidades e aspectos ambientais associados à produção e uso dos aspectos tecnológicos. Além disso, B5 é o único participante a afirmar que identificou uma preocupação com aspectos ambientais associados a alguns trechos, como o trecho apresentado nas figuras 41, 42 e 43 a seguir.

Figura 41 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia identificado por B5 (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.135).

### ESPELHOS PARABÓLICOS E OS FARÓIS DE CARRO

Dirigir à noite seria impensável se os veículos automotores não tivessem um sofisticado sistema elétrico que possibilitasse, entre outros recursos, iluminar de forma precisa o caminho a ser percorrido nas ruas, rodovias e estradas. Além disso, o sistema de iluminação, composto por faróis e lanternas, serve para sinalizar aos outros motoristas e pedestres as manobras que serão realizadas, evitando assim os indesejáveis acidentes ou situações embaraçosas.

Desde os primeiros modelos de faróis até os atuais, houve grande evolução tecnológica, proporcionando mudanças significativas em algumas partes desse conjunto, como o tipo de lâmpada utilizado e o formato dos faróis. Essas alterações melhoraram muito o desempenho da iluminação dos faróis.

Ao observar a iluminação produzida pelos faróis de um veículo durante a noite, percebemos que a área iluminada vai aumentando à medida que os feixes de luz se afastam dos faróis do carro (figura 37). Para obter esse efeito a trajetória dos raios de luz emitidos pelas lâmpadas devem ser direcionados de que maneira? Qual é o formato e como são construídos os faróis dos veículos automotores? Para responder essas questões vamos retomar algumas características dos espelhos esféricos que possibilitaram analisar o formato de outro tipo de superfície refletora.

#### Espelho parabólico

Na figura 22, representamos a reflexão de raios paralelos ao eixo principal que, ao incidirem num espelho esférico côncavo, formam um foco real. Rigorosamente, isso só acontece com raios que chegam próximo ao eixo principal; os distantes desse eixo não passam pelo foco, conforme representamos na figura 38.



Figura 37: Nos carros os feixes de luz individuais se encontram em um ponto, aumentando a área iluminada à frente do veículo.

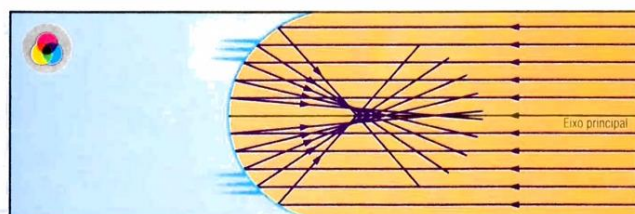


Figura 38: Observe que o formato esférico produz a aberração esférica.

Essa característica dos espelhos esféricos, denominada aberração esférica,   responsável pelo fato de o foco não concentrar muita luz num único ponto, gerando imagens pouco nítidas. Para atenuar esse efeito, deve-se usar só uma pequena parte da superfície refletora do espelho, localizada próximo a seu v rtice, cobrindo-se a parte restante.

Figura 42 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia identificado por B5 (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.136).

Se as bordas do espelho fossem ligeiramente dobradas para fora, como ilustrado na figura 39, evitaríamos a aberração esférica.

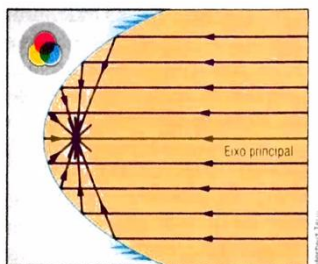


Figura 39: Observe que os raios se refletem em um único ponto.

Os raios incidentes paralelos ao eixo principal passariam pelo foco. Esse tipo de espelho é denominado **parabólico** (forma de um parabolóide) e é usado em grandes telescópios, como o Hale, do Observatório Palomar, nos Estados Unidos, que tem, aproximadamente, 5,0 m de diâmetro, 14 000 kg de massa e está instalado sobre eixos e mancais para reproduzir o movimento aparente do céu.

Para exemplificar, vamos considerar a trajetória dos raios da luz de uma estrela muito distante que chegam à Terra praticamente paralelos. Representaremos, na figura 40, dois desses raios num plano que inclui o eixo principal do espelho.

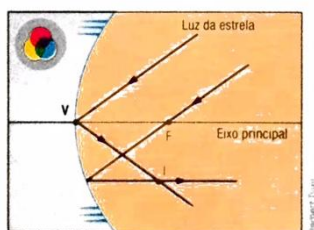


Figura 40

Observe que em razão da reflexão dos raios há formação da imagem da estrela na posição I. Os telescópios podem registrar, em fotografias, imagens de estrelas a distâncias da ordem de  $10^{22}$  km, que são utilizadas para analisar os elementos que as compõem.

Um outro exemplo seriam os refletores das antenas parabólicas, que funcionam de forma semelhante, porém refletem radiações eletromagnéticas não luminosas emitidas por satélites retransmissores. Nesses casos, na posição I, é instalado um receptor para captar informações.

Figura 43 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia identificado por B5 (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.137).

Se as bordas do espelho fossem ligeiramente dobradas para fora, como ilustrado na figura 39, evitaríamos a aberração esférica.

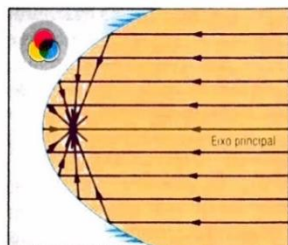


Figura 39: Observe que os raios se refletem em um único ponto.

Os raios incidentes paralelos ao eixo principal passariam pelo foco. Esse tipo de espelho é denominado **parabólico** (forma de um parabolóide) e é usado em grandes telescópios, como o Hale, do Observatório Palomar, nos Estados Unidos, que tem, aproximadamente, 5,0 m de diâmetro, 14 000 kg de massa e está instalado sobre eixos e mancais para reproduzir o movimento aparente do céu.

Para exemplificar, vamos considerar a trajetória dos raios da luz de uma estrela muito distante que chegam à Terra praticamente paralelos. Representaremos, na figura 40, dois desses raios num plano que inclui o eixo principal do espelho.

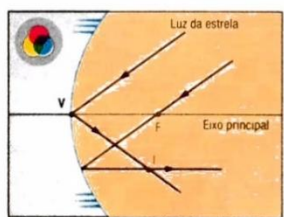


Figura 40

Observe que em razão da reflexão dos raios há formação da imagem da estrela na posição I. Os telescópios podem registrar, em fotografias, imagens de estrelas a distâncias da ordem de  $10^{22}$  km, que são utilizadas para analisar os elementos que as compõem.

Um outro exemplo seriam os refletores das antenas parabólicas, que funcionam de forma semelhante, porém refletem radiações eletromagnéticas não luminosas emitidas por satélites retransmissores. Nesses casos, na posição I, é instalado um receptor para captar informações.

Chama atenção o fato de as evidências relacionadas a aspectos ambientais não terem sido localizadas no trecho indicado por B5, mas sim no MP, onde há uma seção sobre descarte de resíduos. Em certa medida, a indicação de que no trecho estão presentes os contextos de desenvolvimento e necessidades até podem ser deduzidos da imagem.

O que se percebe nas análises é que nenhum aluno constata que a contextualização do desenvolvimento, necessidade e questões ambientais estão, de



fato, presentes nas coleções. Mesmo nos casos dos alunos que identificaram algum elemento desses como B1, B4 e B5, ou são poucos trechos como B1 e B4.


#### 4.5.2.4. Limitações técnicas e resultados para a sociedade

Em relação às limitações técnicas, as análises dividem-se entre os alunos que *não identificam* esses elementos nas coleções (B2 e B3) e outros (B1, B4 e B5) que *identificam alguns trechos* que contém essas informações. As coleções analisadas por B2 e B3 de fato não se preocupam em apresentar tais limitações.

Por outro lado, em relação aos alunos que identificam limitações técnicas em alguns trechos, temos B1 e B4, que mencionam que há apenas uma das passagens que traz esses aspectos na coleção que analisaram. B1 menciona o trecho sobre a evolução da lâmpada da Figura 34, onde os autores apresentam uma comparação entre duração das lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Já B4 aponta as limitações de um sistema de iluminação proposto a partir de garrafas plásticas embutidas nos telhados para transmitir a luz para dentro de construções, que permitem a iluminação durante o dia, mas não privar-se de fontes de luz artificial (Figura 44).

Figura 44 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia que contém informações sobre limitações técnicas, identificado por B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.222).

**Ideia de um brasileiro traz mais luz a favelas de todo o mundo**



Garrafas plásticas cheias de líquido misturadas com um pouco de água sanitária penduradas no teto das casas transformam-se em verdadeiras lâmpadas, com capacidade entre 40 W e 60 W. A ideia luminosa, do mecânico brasileiro Alfredo Moser, espalhou-se e está fazendo muito sucesso em favelas de Manila, Nova Délhi e em bairros pobres do interior do Brasil.

A garrafa se transforma em lâmpada econômica e ecológica, inundando de luz natural os casebres. A invenção foi adaptada por um empresário filipino, Illac Diaz, que se propôs a desenvolvê-la nas áreas carentes de seu país.

"Basta uma garrafa PET de dois litros, com água limpa, duas tampinhas de água sanitária e um potinho de filme de máquina fotográfica para proteger do sol, para não estragar a tampa", ensina Alfredo Moser.

A água sanitária é para prevenir a formação de bactérias e garantir a pureza e a transparência do líquido.

A invenção virou atração no Parque Ecológico Chico Mendes, na Grande São Paulo, atizando, também, a curiosidade da ciência. O engenheiro elétrico Clivenor de Araújo Filho mediu a intensidade de luz de cada garrafa, constatando que a luminosidade equivale a uma lâmpada de entre 40 e 60 watts.

É preciso furar o teto de zinco das pequenas casas para fixá-la – a manipulação não exige conhecimentos complexos, ao que se soma um preço módico financiado, no caso das Filipinas, pela Fundação MyShelter (meu refúgio) criada por Illac Diaz, através de donativos.

O "litro de luz" (*Isang Litrong Liwanag*) se funde sob os princípios elementares da refração da luz: expostas ao sol, as garrafas produzem a intensidade luminosa equivalente a de uma lâmpada de 50 watts.

"É uma revolução popular que utiliza uma tecnologia simples e muito barata", comenta Illac Diaz.

O sistema não permite, no entanto, privar-se das fontes de luz artificial, uma vez que só clareia de dia. Mas ajuda a reduzir drasticamente a fatura de energia elétrica.

O projeto foi executado, com êxito, em San Pedro, uma favela da capital filipina onde milhares de casebres construídos uns contra os outros são frequentemente mergulhados no escuro, mesmo de dia, uma vez que são muito comuns os blecautes, ou a falta de dinheiro para pagar a conta.

As análises apresentadas pelos alunos mostram, por um lado, estarem próximas ao que se apresenta nas coleções em relação a limitações técnicas dos aspectos tecnológicos, e por outro, a escassez desses conteúdos nos LD.

#### *4.5.2.5. Aspectos positivos e negativos, relação entre produção e seus possíveis impactos e classificação*

Sobre a menção das coleções a pontos positivos e negativos, produção e benefícios ou possíveis benefícios que estes podem trazer à sociedade e vantagens e desvantagens dos aspectos tecnológicos apresentados, os alunos apontaram que apenas parte dos trechos identificados trazem esse tipo de discussão. Dos 5, apenas B3 não mencionou nada a respeito desse item de análise. Já os outros 4, podem ser classificados em dois conjuntos, o *positivos e negativos* e o *apenas positivos*.

O primeiro conjunto, *positivos e negativos*, abrange as análises (B1 e B4) que apontaram que alguns dos trechos apresentam aspectos positivos e negativos dos aspectos tecnológicos associados. No entanto B1 e B4 divergem sobre quais os trechos que trazem esses aspectos. B4 menciona que apenas a seção da página 222 (Figura 41) apresentaria mais essas discussões, por outro lado B1 aponta que todas as seções especiais relacionadas à tecnologia realizam essas discussões exemplificando com a discussão sobre o pó branco das lâmpadas fluorescentes (Figura 39).

O que se constata é que as discussões sobre esses aspectos são, de fato, bastante limitada na coleção analisada por B1 e B4. Porém, além das já mencionadas seções ou boxes relacionados a tecnologia, uma atividade que enfoca justamente esses aspectos passou despercebida por B1 e B4. Essa atividade encontra-se na Figura 45 a seguir.

Figura 45 – Imagem de trecho relacionado à tecnologia que contém informações sobre limitações técnicas, identificado por B4 (Artuso e Wrublewski, 2013, p.189).

3. Com base nas informações da seção **Espaço da tecnologia** intitulada *A evolução das lâmpadas*, discorra brevemente sobre os aspectos positivos e negativos das lâmpadas incandescentes e das lâmpadas de LED, primeiramente do ponto de vista do consumidor, depois do ponto de vista do empresário que vende tais lâmpadas. *Pessoal.*
4. Se a Lua não emite luz própria, por que é possível enxergá-la? *Fonte secundária de luz.*
5. Explique a formação dos eclipses lunar e solar. *Propagação retilínea da luz.*

Percebe-se que em várias ocasiões os exercícios são deixados de lado nas análises o que acaba criando situações como esta, onde a atividade proposta é exatamente sobre os aspectos que estão sendo analisados.

Já o segundo conjunto de respostas, *apenas positivos*, abarca as análises de B2 e B5 que apontaram que as coleções analisadas apresentam somente pontos positivos nos poucos casos em que essa discussão é mencionada.

O que fica evidente nessas análises é que a relação entre a produção (custo econômico e energético, impacto ambiental, etc.) e os benefícios ou possíveis benefícios que estes podem trazer à sociedade e as vantagens e desvantagens relacionadas à produção, uso, manutenção e descarte do aparato é relegada a alguns aspectos positivos e, quando muito, negativos, relacionados àquele aspecto tecnológico.

Quanto à classificação dos aspectos tecnológicos em motivação/justificativa, ilustração e aplicação os alunos encontraram maior concentração na motivação ou justificativa, ou seja, como tentativa de contextualização ou como justificativa para a apreensão dos conhecimentos apresentados. A distribuição dessa classificação encontra-se na Tabela 12.



Tabela 12 – Classificação quanto a ênfase dos aspectos tecnológicos identificados pelos alunos

<b>Aluno</b>	<b>Motivação</b>	<b>Ilustração</b>	<b>Aplicação</b>
B1	5	-	3
B2	2	4	4
B3	1	-	6
B4	6	1	1
B5	1	3	-
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>11</b>

A ideia dessa classificação foi fazer com que os alunos pudessem refletir sobre as relações entre os aspectos tecnológicos e a física nas coleções. As categorias, em contraposição ao que foi apresentado sobre tecnologia no início dos trabalhos com a dimensão tecnológica apresentam visões comuns e limitadas da tecnologia que não geraram problemas para encaixar os trechos identificados pelos alunos em seus domínios. No entanto, os alunos não apresentaram justificativas para essa classificação o que dificulta uma identificação de sua avaliação sobre os aspectos tecnológicos.

O que fica evidente a partir das análises dos aspectos apresentados anteriormente é que de fato a tecnologia apresenta-se distante de alguma concepção de tecnologia como um conhecimento necessário e que, juntamente com sua relação com a ciência, tem profundas implicações sociais, econômicas e culturais. Com isso, constata-se que a maioria dos alunos percebeu que as coleções apresentam, em grande medida, apenas aspectos positivos. O que pode levar a visões limitadas sobre a tecnologia como a ideia de que as transformações relacionadas à tecnologia ocorrem sempre visando o bem-estar social, o que como se sabe não é a realidade que vivemos.

Sendo assim, analisar esses aspectos nas coleções traz para o trabalho de análise dos LD uma discussão fundamental sobre as relações entre tecnologia, ciência e sociedade, muito primada quando se trata de educação científica que é um olhar mais crítico sobre essas relações.

### 4.5.3. Análise das instruções ao professor sobre a tecnologia

Em relação as referências sobre tecnologia que os autores dão aos alunos (item de análise indicado no Apêndice E), B2, B4 e B5 identificam que no início da coleção os autores se propõe a relacionar a tecnologia com a ciência ao longo da coleção, conforme as figuras a seguir.

Figura 46 – Imagem de apresentação da coleção (Artuso e Wrublewski, 2013, p.3).

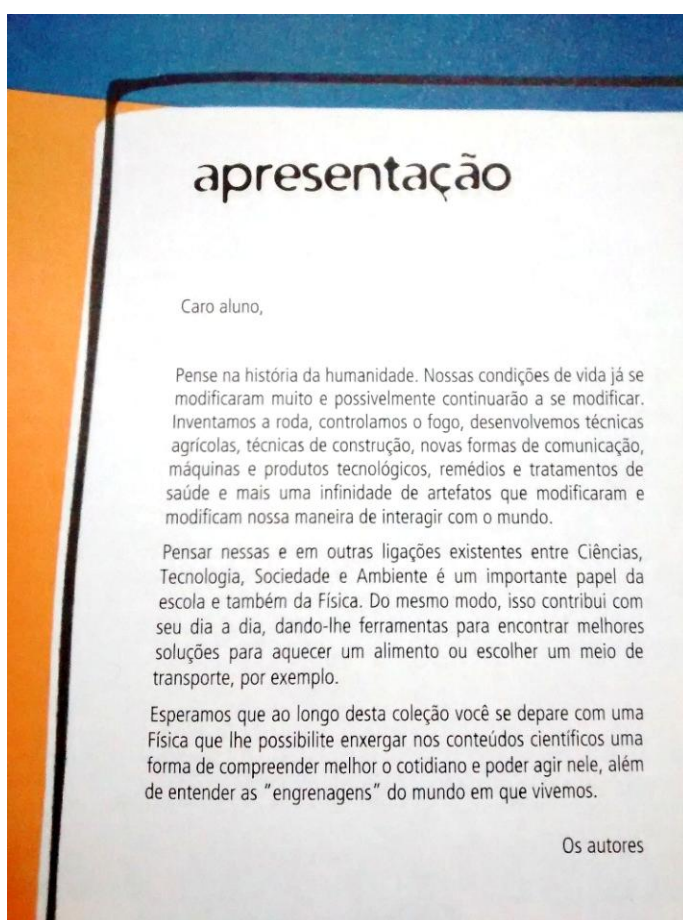


Figura 47 – Imagem de apresentação da coleção (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.3).



Constatou-se que o termo tecnologia está presente na apresentação de todas as coleções. Inclusive na analisada por B1 que apontou não haver referência sobre tecnologia apresentadas aos alunos. Esse fato mostra que B1 ou considerou que essa menção não é uma referência na medida em que se trata, em grande parte, de uma promessa de que esse assunto será abordado na coleção, ou então não verificou a apresentação da coleção. O que se pode concluir é que não há uma menção explícita sobre a tecnologia para os alunos nas coleções avaliadas e simplesmente a informação de que a coleção irá tratar do tema.

Já sobre as instruções ao professor (outro item de análise do apêndice E), percebe-se que, apesar de já terem buscado essas instruções no trabalho com as outras dimensões ainda há dificuldades em localizá-las nas coleções. B1 e B4, por exemplo, que analisam a mesma coleção divergem em relação a este item de análise. Enquanto B1 aponta não haver instruções sobre aspectos tecnológicos, B4 aponta que os autores trazem no MP algumas indicações sobre o enfoque CTSA.

No manual do professor, na parte geral, são trazidos aspectos sobre o enfoque CTSA de modo sucinto e apenas referências de outros autores sobre o CTSA. O autor praticamente não escreve nada sobre isso e nem informa como esse aspecto será trabalhado e trazido no livro didático. (B4)

Apesar de identificar corretamente que este trecho menciona tecnologia, a crítica apresentada por B4 não parece justa na medida em que os autores apresentam uma discussão sobre como serão considerados os pressupostos de CTSA de forma não normativa, mas buscando problematizar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como se pode observar na figura 48 a seguir.

Figura 48 – Imagem de apresentação da coleção (Artuso e Wrublewski, 2013, p.14-15 do Manual do Professor).

## Enfoque CTSA

A sociedade atual é notadamente influenciada pela ciência e tecnologia. Alguns pesquisadores argumentam que se passou a confiar na ciência e na tecnologia como se fossem espécies de “divindades” que nos carregam ao progresso (SANTOS; MORTIMER, 2002; BAZZO, 2010). Soma-se o impacto que ciência e tecnologia têm no ambiente e os muitos debates éticos que surgem a partir de seus desenvolvimentos e aplicações e fica clara a necessidade de se problematizar essa relação na escola.

Tomando como papel da educação formal o de possibilitar ao aluno a compreensão da realidade ao seu redor (seja do ponto de vista científico ou social), de modo que ele possa se posicionar de forma crítica e consciente em debates e decisões, surge a perspectiva de ensino CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005; SANTOS; MORTIMER, 2002; TEIXEIRA, 2003).

Algumas das preocupações iniciais centravam-se na formação de cidadãos mais bem informados e capazes de lidar com implicações sociais das ciências e da tecnologia, especialmente na reflexão de consequências que acarretam, do conforto à poluição e técnicas de guerra.

Tal encaminhamento também está presente nos documentos oficiais, em especial nos PCNEMs, a começar pelo próprio agrupamento das áreas de conhecimento conjuntamente com suas tecnologias. Para ficar em somente alguns exemplos, isso significa abordar o entendimento e o desenvolvimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e a análise de informações e a avaliação de riscos e benefícios dos processos tecnológicos. Ou, nas palavras do próprio documento,

[...] o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de uma compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana (BRASIL, 2000, p. 6-7).

Não é intenção dos autores desta coleção tratarem a abordagem CTSA num viés exclusivamente normativo e, em geral, negativo, carregada de juízos de valor implícitos, ainda que sejam de valores coletivamente aceitos. A opção é de tentar trazer à tona essas questões e procurar explicitar e problematizar posturas da sociedade, para promover uma discussão com a finalidade de que os alunos possam desenvolver raciocínios e argumentos ao construírem e justificarem suas posições.

É o caso das discussões, presentes no livro, sobre a base de lançamentos de foguetes de Alcântara, em que são debatidos os conceitos de movimento curvilíneo e força centrípeta e posto o questionamento de quais fatores devem ser levados em consideração para situar uma base de lançamento. Ao final, os alunos são convidados a argumentar sobre as vantagens e as desvantagens da base de Alcântara e de o Brasil investir em tecnologia aeroespacial.

Diferentes autores e centros de pesquisas podem dar diferentes significados ao enfoque CTSA, inclusive diferindo em relação à sigla utilizada. Nesta coleção, as siglas CTS e CTSA são utilizadas como equivalentes, referindo-se ao enfoque aqui exposto.

Assim, há sim uma indicação mínima do que pretendem os autores e não apenas citações. O fato é que muitas vezes é preciso boa vontade para interpretar as instruções do MP pois as mesmas aparecem bastante desconexas do que a coleção de fato apresenta.

B2 também parece não ter percebido que no mesmo trecho em que aponta uma indicação da coleção para que o curso apresentado permita a construção de conhecimentos para a compreensão do mundo, há também outras instruções como, por exemplo, a escolha de textos, apontada na Figura 49.

Indica que deve-se permitir a construção de conhecimentos necessários para a compreensão do mundo atual, compreender qual a importância da física para as evoluções ocorridas até os modos de vida de hoje. (B2)

Figura 49 – Imagem de apresentação da coleção (Martini et al, 2013, p.08 do Manual do Professor).

cotidiano. Exageros numa ou noutra direção podem conduzir a situações extremas e por vezes inadequadas, como, por exemplo, calcular a diferença entre o valor da aceleração da gravidade nos polos e no Equador, ou restringir o curso de Cinemática à análise de testes automobilísticos.

Um recurso que podemos utilizar para ampliar as chances de escolha por contextos significativos consiste em valorizar, sempre que possível, as relações entre o conhecimento físico e os avanços tecnológicos.

### 2.3 Conhecimento físico e tecnologia

O curso de Física que apresentamos aos nossos alunos deve permitir a construção de conhecimentos necessários para a compreensão do mundo contemporâneo. Sabemos como o desenvolvimento da Física influenciou profundamente as transformações sociais sofridas a partir, principalmente, do século XX. Compreender, por exemplo, a importância da Física na corrida espacial, nos avanços na tecnologia das informações, no aumento da expectativa de vida das populações ou na percepção dos problemas ambientais, torna-se, hoje, prioritário para a construção da cidadania dos jovens de nosso tempo. Precisamos, portanto, permitir a eles o acesso a conhecimentos envolvidos nos processos de telecomunicações, nos desenvolvimentos atuais da medicina diagnóstica e na interpretação dos impactos ambientais. Nesses e em outros aspectos que, de alguma forma, influenciam o modo de vida atual, a Física está presente, e como professores podemos priorizar a função de estudá-los e de apresentá-los a nossos alunos.

A escolha de contextos significativos para a apresentação dos conceitos, com base nas relações entre conhecimento físico e tecnologia, é prerrogativa do professor. Acreditamos que tal tarefa possa ser facilitada com a ajuda de um livro didático e, por isso, fizemos constar desta coleção uma série de textos e atividades.

B3 aponta que corretamente que a coleção analisada apresenta apenas a indicação de uma seção especial que serviria para interligar os conteúdos de física e tecnologia. B5 também indica que estas instruções estariam presentes, mas no caso de B5 isso não foi constatado pelo investigador que existam essas informações. Foi localizada apenas uma atividade que envolve tecnologia nas instruções gerais

apenas, no entanto, segundo B5 haveriam inclusive as indicações sobre a localização desses elementos na coleção.

Ele apresenta dicas de como trabalhar com as tecnologias, onde o professor deve buscar compreender e entender as questões tecnológicas. O Livro mostra aonde existem tecnologias ao decorrer do livro. (B5)

Diante dessas análises o que se constata é que as instruções ao professor ainda não são completamente identificadas pelos alunos, que apesar de já trabalharem com a coleção desde as primeiras oficinas, ainda não conseguem identificar e apontar corretamente todas as propostas das coleções.

Sobre as indicações de leitura, B1, B2 e B5 apontam que as coleções trazem essas indicações, enquanto B3 e B4 não as localiza.

Como já mencionado na primeira questão desta etapa, aparece uma sugestão de leitura de artigo, mas somente no material do professor, assim como um texto complementar, cujo título é "Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?". Neste texto o autor faz uma reflexão sobre as diferentes maneiras de trabalhar isso em sala de aula. O Texto está localizado nas páginas 112 a 117 do material do professor. (B1)

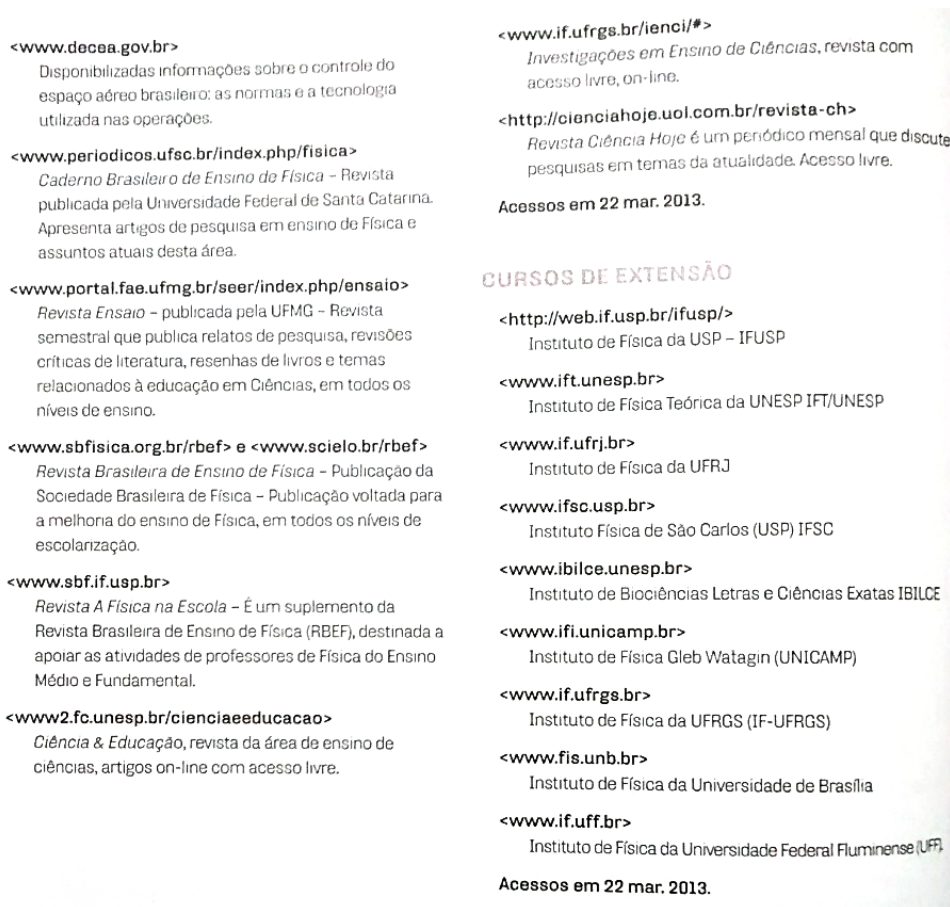
São trazidas, no manual do professor, orientações para o trabalho com os textos relacionados a tecnologia, como por exemplo, relacionando com os aspectos históricos, solicitando que os alunos façam pesquisas ou sugerindo outras leituras que envolvam conhecimentos de outras disciplinas. (B2)

Ele traz algumas dicas de leituras de apoio para o professor fazer. (Assessoria pedagógica - página 18) (B5)

O que se percebe nesse caso é que todas as coleções apresentam uma bibliografia ou referências bibliográficas gerais aos professores, o que é um dos critérios de avaliação do PNLD. No caso de B5 a sua indicação da página 18 é justamente uma dessas listas, com links de periódicos e cursos.



Figura 50 – Imagem de apresentação da coleção (Gonçalves Filho e Toscano, 2013, p.18 da Assessoria pedagógica).



Já B1, indica uma leitura bastante específica e uma das poucas com esse formato no manual do professor da coleção analisada (Artuso e Wrublewsky, 2013) que, em geral, indica mais leituras relacionadas à questões de ensino e aprendizagem ou epistemológicas do que relacionadas à tecnologia.

Em relação às instruções ao professor, os alunos parecem ainda não ter se familiarizado totalmente com as instruções e a dificuldade em apontar as leituras é um indício disso. Ainda que alguns alunos como B1 e B2 tenham apontado algumas leituras específicas estes também esqueceram das referências sugeridas, que aparecem em todas as coleções.

Sobre avaliação apenas B2 e B5 mencionam haver questões que poderiam ser utilizadas como avaliação. No entanto as coleções não indicam explicitamente essas funções e nem outras formas de avaliar algum conteúdo relacionado à tecnologia.

#### 4.5.4. Considerações sobre análise da dimensão tecnológica

Em resumo, os problemas com a identificação dos trechos relacionados à tecnologia são próximos aos detectados nas outras categorias. Em relação aos itens de análise como atualidade, acessibilidade e contextos, os alunos constatam o que é bastante evidente nas coleções: a tecnologia é um adereço. Não há questionamentos ou informações sobre de onde vem nem para onde vai. Nesse caso, mais importante que as constatações é a possibilidade de discussão desses aspectos e suas relações com a ciência que, naturalmente, precisam levar em conta aspectos sociais. B2, apresenta esse tipo de discussão em suas conclusões.

Assim como esses textos não levam em consideração os dois lados (positivo e negativo) dos avanços tecnológicos, os textos, da maneira como são apresentados, parecem apenas trazer curiosidades ou uma aplicação atual dos conteúdos vistos anteriormente no capítulo ou na unidade, sem detalhar os meios utilizados na sua produção. De modo geral, da forma como os textos sobre tecnologia são apresentados, pode-se dizer que os mesmos preocupam-se em mostrar como a tecnologia torna a vida mais confortável e agradável e como isso pode estar relacionado com os conteúdos físicos, mesmo que para isso deixe de lado outras informações também muito importantes, como os motivos para a sua produção, os impactos ambientais e econômicos para a sociedade. (B2)

Como consequência dessas abordagens superficiais, o que se percebe nas coleções que também não há instruções sobre como tratar a tecnologia o que é de se esperar<sup>12</sup>. Os alunos, a partir do trabalho realizado percebem isso, como escreve B4 em suas conclusões sobre a análise da dimensão tecnológica no LD.

Na análise, foi possível perceber a falta de instruções sobre essa dimensão, tanto ao professor quanto ao aluno. Aos alunos, não é dito como serão abordados os aspectos tecnológicos no livro didático e o que desses aspectos será contemplado. Para o professor, são dadas informações sobre o enfoque CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, mas apenas de modo teórico, sendo insuficiente para instruir o professor quanto ao trabalho dos aspectos tecnológicos. Os aspectos tecnológicos poderiam ser mais abrangentes e poderiam ser dadas instruções para o trabalho do professor em sala de aula nesse aspecto. (B4)

---

<sup>12</sup> Uma observação importante a ser realizada nesse momento é que a comparação com as resenhas do GLD não foram realizadas pois as informações ali presentes são as mesmas consideradas pelos alunos como insuficientes, isto é, apenas apontam a presença de aspectos tecnológicos sem algum debate mais elaborado sobre o assunto.



Essas questões apontadas por B4, indicam que o trabalho com a dimensão tecnológica, assim como constatado no trabalho com as outras dimensões, proporcionou um olhar sobre as questões relacionadas à estrutura do LD, gerando questionamentos sobre as informações que constam nas coleções. Destaca-se nessa direção as observações dos alunos reivindicando maior abordagem desses aspectos na coleção analisada, como B3.

Analisando a dimensão tecnológica, foi possível perceber que além de poucos registros, esses ainda são voltados apenas para aplicação de conceitos e por vezes de assuntos repetidos. Acredito que por luz ser um assunto de ampla aplicação no cotidiano e, portanto muito presente na tecnologia que nos rodeia, o livro poderia abordar um pouco mais sobre isso e, utilizar de mais assuntos, que abranjam mais áreas. (B3)

Com isso, percebe-se mais uma vez que apesar dos problemas detectados, o trabalho realizado conseguiu promover discussões tanto sobre a dimensão analisada quanto à sua presença e relação com o LD e o conhecimento científico.

#### 4.6. AVALIAÇÃO FINAL DO LD

Na avaliação final os alunos responderam à seguinte questão: Levando em conta a análise de diferentes dimensões no LD, qual a sua avaliação sobre o LD analisado? As respostas foram transcritas abaixo.

A minha avaliação do livro didático analisado é que em determinadas dimensões o livro é mais completo e em outras deixa a desejar, ou seja, nas dimensões históricas e tecnológicas o autor traz muitas (variadas) informações importantes e que tem relevância para serem ensinadas e aprendidas. Na dimensão empírica o livro deixa a desejar, pois todas as atividades apresentadas são de verificação, ou seja, os alunos apenas montam o experimento e tira suas conclusões. De modo geral, se tratando do material do professor foram encontradas apenas orientações quanto as respostas ou atividades, poucas vezes foram encontradas sugestões. Sendo assim, não tendo conhecimento dos demais livros eu usaria este para uma possível utilização em sala de aula. (B1)

Ao analisar as três dimensões presentes no livro “Conexões com a Física” (Blaidi Sant’Anna), observei que o mesmo, em comparação ao número de capítulos, apresenta poucos aspectos históricos, empíricos e tecnológicos. Pude perceber que, de acordo com o que estudamos, as formas como essas dimensões são apresentadas é muito superficial, ou seja, não permitem explorar o desenvolvimento histórico, os contextos de produção dos aspectos tecnológicos, nem propõem atividades investigativas nos experimentos.

Acho que as ideias e assuntos propostos para as três dimensões são boas, entretanto, o professor deverá adequá-las ao que pretende trabalhar. (B2)

Avaliando as dimensões Histórica, Empírica e Tecnológica do Livro Quanta Física permitiu constatar que além de ter uma organização conceitual diferenciada que me agrada pessoalmente, por fugir do tradicional, apresenta e contempla as 3 dimensões avaliadas. Porém não se pode dizer que o livro é impecável no que apresenta, já que algumas falhas, conforme relatado nas respectivas análises enviadas. (B3)

Sobre a análise feita do livro didático<sup>1</sup> “Física” de Alysson Ramos Artuso e Marlon Wrublewski, a partir das dimensões histórica, empírica e tecnológica, analisadas foi possível perceber que, de modo geral, são trazidos no livro informações e atividades de todas as dimensões. Na análise, foi possível conhecer, de modo superficial, como os assuntos são trazidos ao menos em uma pequena parte da coleção do livro didático, visto que foi analisada apenas a parte do volume dois (2) da coleção que estava relacionada ao tema luz. (B4)

O livro didático analisado é bom. Ele apenas deixa a desejar em alguns pontos. O livro aborda a dimensão experimental com êxito trazendo bons exemplos cotidiano. As tecnológicas e históricas deixam a desejar, podiam ter em maior quantidade ao decorrer do livro. Aborda os conteúdos de maneira simplista e metódica. (B5)

A partir das respostas fica evidente que a maioria dos alunos faz uma avaliação positiva dos LD avaliados apesar de perceber algumas limitações em relação às dimensões avaliadas, como apontado aqui e nos dados das análises apresentados anteriormente. Apenas B4 não apresenta uma ideia de avaliação do LD. O aluno limita-se a descrever que foram observadas atividades ao contrário de B5, por exemplo, que avalia a forma como o LD abordou cada uma das dimensões.

Nas respostas fica evidente que os alunos conseguem perceber que os LD podem enfatizar e apresentar melhor algumas que outras dimensões. Outro aspecto importante é a resposta de B2, que identifica o papel do professor nesse processo, cabendo a ele adaptar as propostas do livro ao seu trabalho.

Por outro lado, as limitações da análise ressaltadas por B4 não são irrelevantes na medida em que a análise se deu apenas sobre o conteúdo de ótica. No entanto, em grande medida a configuração e as principais características das atividades propostas na coleção se repetem nos outros conteúdos da coleção.

Em discussão posterior à proposição das questões finais, foi discutido no grupo o andamento das atividades e a visão que os alunos tiveram do processo. Nesse

momento, os alunos evidenciaram que a análise das diferentes dimensões permitiu que eles olhassem para os aspectos propostos de uma maneira diferente. Segundo eles, antes olhavam o LD no sentido de apenas localizar sua presença e, a partir das análises realizadas, eles puderam de fato ler e analisar essas perspectivas no LD.

Os alunos com mais tempo de curso afirmaram que em algumas disciplinas eles analisaram os LD, mas o faziam com intuito de obter a aprovação e que no trabalho realizado eles puderam olhar para o LD de outra forma, olhando com atenção para cada dimensão, já pensando como poderiam utilizar os aspectos das dimensões analisadas.

A avaliação do LD por dimensões foi unanimemente aprovada pelos alunos. Por outro lado, os alunos relataram suas dificuldades, na realização das tarefas e suas sugestões sobre as atividades. Para os alunos é preciso mais tempo para analisar adequadamente tanto as dimensões quanto os LD. A principal sugestão foi que se focasse em apenas uma dimensão e que se diminuísse o número de tarefas, aumentando o tempo de discussão sobre a(s) dimensão(ões) de análise(s). Ao mesmo tempo, afirmaram que para analisar uma coleção de forma adequada seria necessário muito mais tempo, um deles sugere um ano de análise.

Segundo os alunos, muitas vezes a realização das análises era complicada e não se sentiam aptos a avaliar tais dimensões, principalmente a histórico filosófica. Para os alunos essa foi a mais difícil de analisar, em todos os aspectos. Foi a levaram mais tempo e a que mais tiveram de pensar. Ao mesmo tempo a mais fácil foi a experimental, na qual foi exaltado o roteiro que parecia mais claro que o da dimensão histórico filosófica.

Por fim a discussão, apesar de algumas reclamações sobre o volume de atividades realizadas, mostrou que os alunos referendam a análise por dimensões, que lhes proporcionou um novo olhar tanto para cada uma das dimensões quanto para o Livro Didático.

#### 4.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando os resultados apresentados nas avaliações preliminares dos alunos, percebe-se que as análises dos diferentes itens como experimentos, aspectos

históricos e filosóficos, aspectos tecnológicos, manual do professor e exercícios, revelaram um olhar bastante superficial dos alunos em relação aos mesmos, marcado principalmente pela presença/ausência desses elementos e de sua quantidade. Embora esse resultado seja esperado para os alunos que estão no início da graduação, três desses já haviam ultrapassado a metade do curso, no entanto pouca diferenciação se percebe entre as pouco se percebe diferença entre as análises dos participantes, realizadas inicialmente.

Com isso, destaca-se a necessidade de subsidiar uma maior reflexão sobre os aspectos que permeiam a análise de LD na formação inicial de forma a capacitar esses futuros profissionais para avaliação desses e de possíveis outros materiais que serão utilizados em aulas de física.

Da análise dos resultados das atividades realizadas, constatou-se que os trechos identificados pelos alunos em formação inicial centram-se em propostas que apresentam mais evidência visual, localizadas em boxes específicos no livro do aluno ou que apresentam aspectos salientes no manual do professor. Mediante esses resultados se constata que a tarefa de analisar livros não é tratada por eles como uma tarefa de estudo, mas sim de simples verificação, ou seja, não é considerada a necessidade da leitura e compreensão das ideias apresentadas pelos autores das coleções para de fato poder conhecer as propostas.

A análise sobre os aspectos relacionados às dimensões identificados nas coleções mediante os roteiros propostos nas tarefas, possibilitou aos participantes verificar o conteúdo dos excertos as perspectivas e limitações das coleções analisadas em relação a alguns elementos das dimensões.

Por outro lado, após a identificação e caracterização das dimensões foram realizadas as análises das instruções ao professor onde se constatou que essas são problemáticas tanto em si mesmas, quanto para os licenciandos. As instruções se mostraram pouco amigáveis aos alunos. Com pouca objetividade, muitas apresentam justificativas e elementos que parecem dialogar mais com a planilha de avaliação do PNLD do que propriamente com o professor que deveria ser o destino dessas instruções.

Apesar dessas dificuldades, os participantes perceberam alguns aspectos importantes das orientações apresentadas nas coleções. Também foi verificado que,

em muitos casos, suas conclusões se aproximam das análises apresentadas no guia do LD. Este é o caso, por exemplo, do papel do professor e sua necessária intervenção no sentido de conduzir essas atividades.

A aproximação entre aspectos apontados pelos alunos e as resenhas do guia do LD, identificadas nas análises da dimensão experimental podem ser atribuídas ao trabalho realizado, que contemplou, para além da análise de conteúdos conceituais (sem desmerecer seu papel fundamental) do material do aluno, o estudo do manual do professor, que ocupa boa parte do papel impresso dos exemplares destinados aos docentes por ser uma exigência do edital do PNLD.

As coleções aprovadas pelo PNLD devem atender a uma série de recomendações previstas no edital que dá início ao processo de inscrição das editoras. As exigências do programa procuram envolver uma série de aspectos bastante abrangentes, selecionados a partir das recomendações de décadas de pesquisas desenvolvidas no âmbito do ensino e educação. Conseqüentemente as coleções, principalmente em seus manuais do professor, apresentam uma série de termos bastante carregados de significado e muitas vezes difundidos entre pesquisadores da área, como por exemplo: problemas ou questões abertas ou laboratório investigativo. No entanto, um leitor em início do processo de formação docente, pode ter dificuldade em compreender as propostas do LD.

Para Lajolo (1996) o LD e o professor precisam interagir como aliados na construção de um objetivo comum. Para haver o diálogo adequado entre o professor e o LD é preciso que o autor ponha as cartas na mesa, mostre de maneira franca os bastidores do livro, explicitando as concepções e teorias que fundamentam seu livro. Nesse sentido, o manual do professor poderia estar exercendo essa função dialógica entre autor e leitor. A aproximação entre as análises dos alunos e as análises do GLD, realizadas por especialistas na área, mostra que é possível que professores e futuros professores possam entender as cartas que os autores põem em jogo no LD, desde que se realize um trabalho direcionado para tal. Assim, proceder a análises mais críticas utilizando elementos compatíveis com as tendências atuais de ensino, podem auxiliar os licenciandos para que façam escolhas mais adequadas com seu projeto de trabalho e o projeto político-pedagógico de sua instituição escolar em sua futura prática profissional.

As classificações realizadas pelos licenciandos para os elementos das diferentes dimensões quanto às visões adequadas e inadequadas no caso da histórico filosófica; quanto à ênfase matemática, função educacional e nível de abertura, no caso da experimental e; quanto à função de justificar, ilustrar ou aplicar no caso da tecnológica, permitiram que os alunos discutissem esses diversos aspectos e se apropriassem dos termos utilizados para definir algumas características que podem estar presentes nessas dimensões no ensino.

Em relação à ênfase matemática (Araújo; Abib, 2003), por exemplo, já apareceram discussões sobre o caráter qualitativo e quantitativo que podem ter as atividades experimentais e a importância de cada uma dessas perspectivas no processo de ensino e aprendizagem. Ao analisar a função educacional dos aspectos identificados, os alunos apresentam considerações sobre a relação entre as atividades e os conteúdos conceituais desenvolvidos, bem como o papel das atividades em relação a estes conteúdos. E, em relação ao nível de abertura (Borges, 2002), os alunos percebem que a maioria das atividades são fechadas indicando que estas deveriam ser mais abertas. Utilizam também termos como problema, hipóteses, procedimentos e conclusões, entre outros, em suas análises das atividades experimentais para caracterizá-las em relação ao nível de abertura.

Também em relação à dimensão histórico filosófica mediante a interação com as visões de ciência elencadas por Gil-Perez e colaboradores (2003) e na tecnológica, mediante a comparação entre o que se preconiza nos diferentes documentos e normativas para a educação em relação a este tema e como este aparece nos LD, foram elementos importantes e que apontaram resultados significativos.

Em primeiro lugar os participantes passam da simples identificação das atividades presentes nas coleções para sujeitos que reconhecem a importância de proporcionar aos alunos da educação básica uma experiência mais investigativa, com propostas mais abertas e atraentes, o que se espera atualmente da atividade experimental no ensino de física.

Ao mesmo tempo, o trabalho com as dimensões histórico filosófica e tecnológica também apontam impactos positivos, como o fato de que após a análise da dimensão histórico filosófica os alunos passam de uma concepção de avanço linear e cumulativo do conhecimento como justificativa para seu ensino a ideias mais abrangentes sobre o papel desses elementos no ensino de física.

Nesse sentido, um aspecto fundamental dos resultados é justamente a questão do ensino aprendizagem. O que dá significado à análise de cada dimensão da ciência é a questão do ensino da ciência. Conforme os resultados apresentados, mesmo quando não solicitados, os alunos incluem essa questão nos seus relatos evidenciando que por aí passam seus interesses e preocupações.

Nesse sentido os resultados demonstram que a análise LD em termos de dimensões da ciência permite a discussão da ciência e também de suas características de ensino juntamente à análise de LD. A partir das análises os alunos puderam perceber possibilidades e limitações associadas a cada dimensão, o que pode auxiliá-los a tomar decisões mais conscientes sobre materiais didáticos em sua futura prática profissional.

As falas dos alunos referendam a utilização da análise em termos de dimensões para LD proporcionou ir além de simplesmente olhar e verificar se os aspectos estão presentes no LD. Além disso, eles relataram que as coleções podem tratar melhor de uma que de outra dimensão, mostrando que os mesmos percebem que se trata de um material limitado que deverá ser adaptado às práticas do professor que o utiliza.

Como afirmam Bottechia et al (2011), é preciso ter consciência de que nenhum livro terá capacidade de contemplar todos os aspectos necessários para o trabalho em sala de aula e para a formação do estudante e que como afirma Lajolo (1996) não há livro à prova de professor: “o pior livro pode ficar bom na sala de um bom professor e o melhor livro desanda na sala de um mau professor.” (LAJOLO, 1996, p.8). A autora enfatiza com isso que o LD é apenas um instrumento auxiliar da aprendizagem dos alunos, que sempre precisa de adaptações por parte dos professores.

## CONSIDERAÇÕES

O trabalho aqui apresentado foi motivado pela busca por apresentar uma contribuição efetiva para a prática docente. Com a ampliação da distribuição de livros para a Educação Básica a tarefa de analisar e escolher LD, passou a ter uma importância fundamental no processo educacional, já que esta é hoje uma das principais escolhas didático-pedagógicas atribuídas ao professor da educação básica. Diante disso, apresentou-se aqui uma investigação sobre uma nova forma de análise e escolha de LD na formação inicial de professores onde, conforme os resultados apresentados no Capítulo 1, não se encontram relatos de propostas para discutir tais assuntos.

Além disso, há uma clara sinalização governamental de que esse tipo de conhecimento deve fazer parte da formação de professores, na medida em que as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em nível superior (Brasil, 2015) incorporam a análise de materiais didáticos como necessidade formativa. Sendo assim, tornou-se mais oportuno ainda apresentar uma pesquisa relacionada à análise e escolha de LD na formação inicial.

Conforme o levantamento realizado nos eventos e periódicos da área de ensino que procurou justificar a realização desse trabalho, bem como outros levantamentos de diferentes autores (Maia; Villani 2011; Zambon, 2012; Occelli; Valdeiras, 2013; Souza; Garcia 2013), percebe-se que o principal foco das pesquisas sobre LD são os aspectos conceituais. Esses trabalhos envolvem pesquisas sobre a presença de determinados conteúdos no LD, a abordagem de um conteúdo, os erros ou a transposição didática relacionada com conteúdos. Contudo, vale questionar como estes trabalhos podem subsidiar os professores, em sua prática profissional, a analisar e escolher melhor seu LD?

O trabalho aqui apresentado trouxe alguns desses resultados para discussão, proporcionando aos alunos em formação inicial o contato com resultados obtidos pela pesquisa em ensino ao longo dos últimos 40 anos. Com isso foi elaborado um conjunto de atividades que fosse além da análise de aspectos conceituais, constituindo um trabalho onde analisar o LD de física torna-se também uma discussão sobre a ciência e suas diferentes dimensões.



Nesse sentido, a elaboração da investigação envolveu uma busca por um trabalho que fosse além da construção de planilhas. A ideia foi apresentar uma perspectiva de trabalho que envolvesse a reflexão não apenas dos conteúdos do LD, mas das próprias ideias dos licenciandos sobre os assuntos tratados. Para tanto, encontrou-se na análise por dimensões uma organização capaz de proporcionar, para além da avaliação do LD, um repensar sobre a própria ciência.

A análise em termos de dimensões apresenta um aspecto importante que é a flexibilidade na definição das dimensões, permitindo que se possam utilizar diferentes ênfases. Além disso, na própria definição das dimensões a serem estudadas já surge uma importante fonte de discussão sobre a ciência e diferentes dimensões associadas a ela.

Adotar um LD para o uso em sala de aula, implica em aceitar seus pressupostos epistemológicos e didáticos implícitos e explícitos, como escrevem Lanzillotta; Kandel (2014). Nesse sentido, a análise em termos de dimensões apresenta elementos importantes, pois na medida em que se analisa cada uma delas inevitavelmente é preciso considerar seu papel frente à ciência e o papel que podem ter no ensino.

Nesse sentido a definição das dimensões a partir dos documentos sobre o Ano Internacional da Luz junto aos alunos foi importante, pois permitiu que os mesmos percebessem que essas dimensões estavam sendo consideradas nos documentos que embasavam as celebrações propostas para 2015.

A partir daí foi apresentada a proposta de trabalho aos alunos, onde inicialmente se procurou mapear a forma como estes avaliariam um LD. As análises iniciais dos alunos sobre o LD, realizadas livremente revelaram que seu olhar inicial centra-se na presença ou não de aspectos experimentais, sua localização e sua quantidade, e em sua grande maioria não trazem nenhuma análise sobre as características desses aspectos, seu papel ou sua relação com o conteúdo científico. Também se constatou que praticamente não há diferenças entre alunos iniciantes e alunos com mais tempo de curso, o que denota a falta de atenção que o LD recebe na formação inicial. Isso reforça a colocação de Mendoza, Piedrahita e Cortez (2009) que afirmam que a análise e escolha de LD não é devidamente contemplada na formação inicial de professores.

Nesse sentido, a análise de LD em termos de dimensões da ciência mostrou ser um instrumento importante para o trabalho na formação inicial de professores de

física ou ciências por permitir pensar de uma forma diferente os LD, considerando aspectos da, e sobre a ciência e seu ensino, associados ao processo de análise.

Esse tipo de abordagem múltipla como referem Lanzillotta e Kandel (2014) é uma maneira de mostrar aos (futuros) professores que adotar um livro é também adotar suas características e concepções, como seus pressupostos epistemológicos e didáticos que podem estar explícitos ou implícitos no discurso dos autores. Com isso, utilizar esse tipo de estratégia para fomentar futuros professores para análise de materiais didáticos representa um avanço significativamente maior do que propor planilhas para estes.

Analisar livros ou outros materiais didáticos é, no fundo, uma análise de como se apresentam ou serão apresentados os conhecimentos científicos a um determinado público. Nesse sentido, analisar LD é conceber as dimensões do conhecimento que se está expondo nesse material, o que torna pensar a análise em termos de dimensões um importante procedimento didático metodológico para professores em sua prática profissional.

Assim a análise em termos de dimensões contribui para que o processo de avaliação de LD ou outros materiais deixe de ser uma prática pontual nas licenciaturas, conforme constatou Leite (2012) e passe a fazer parte de todo o professo formativo, articulando-se com todos os aspectos e disciplinas envolvidos nessa formação.

O conjunto de atividades aqui apresentado é uma possibilidade, que poderia ser ampliada, entre outras coisas a outros materiais e possibilidades. Para ilustrar isso, na Figura 51 é apresentada uma ilustração de como se podem compor atividades de avaliação de LD. A avaliação do LD inicia com a definição dos objetivos. Conforme mencionado no Capítulo 2 esses objetivos poderiam ser aprovar ou não, selecionar um em vários (ambas avaliações de certificação) ou propor melhorias (avaliação de regulação). Nesse sentido, a investigação aqui apresentada limitou-se a uma avaliação relacionada a segunda opção que é a realidade atual do país, principalmente com o PNLD. No entanto se o intuito é chegar ao ponto em que os professores tenham autonomia para também avaliar as coleções que podem ou não ser utilizadas na escola, as atividades relacionadas à avaliação de LD pode também incluir a aprovação ou não e principalmente a proposição de melhorias, que poderiam constituir atividades interessantes na formação docente e, por que não, auxiliar na composição de novos materiais e na formação de professores autores.

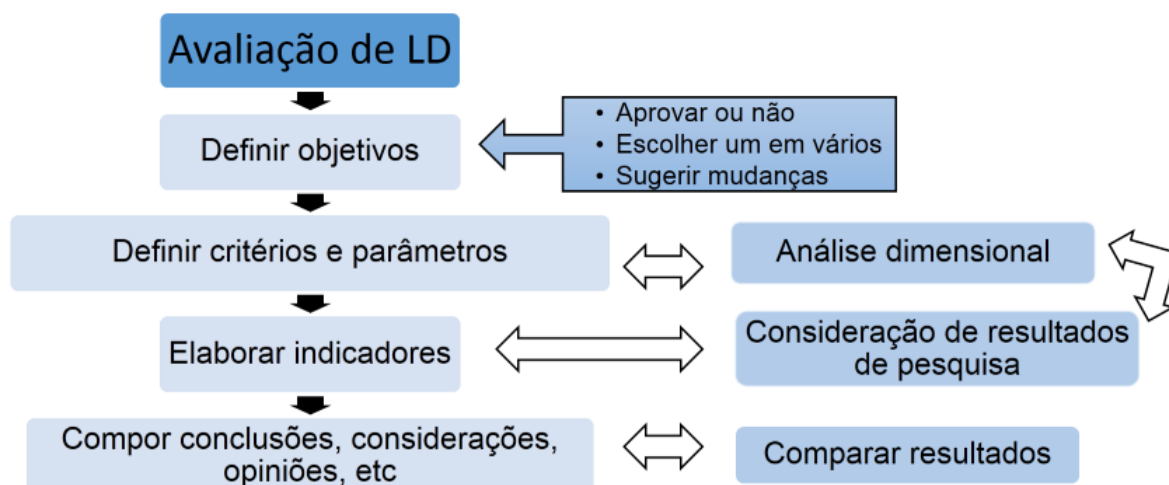


Figura 51 – Esquema para a construção de atividades de análise de LD.

Na definição de parâmetros e indicadores serão então consideradas as dimensões da ciência e os resultados de pesquisas relacionados. Aqui, como pudemos perceber há um número expressivo de avaliações sobre LD que podem auxiliar na busca pela composição desses elementos.

Por fim, na etapa de elaboração de conclusões e considerações sobre o processo de avaliação a comparação com outras avaliações, como foi feito aqui com as resenhas do GLD, podem constituir uma avaliação dos próprios analisadores sobre seu trabalho.

Os resultados apresentados, demonstram que a análise de materiais didáticos mediante dimensões associadas à ciência e suas características pedagógicas constitui-se em um caminho possível para formar professores mais preparados para a tarefa profissional de análise e escolha de LD, desde que o trabalho na formação inicial ultrapasse a análise dos conteúdos e sua distribuição nas coleções. É preciso que os professores repensem a própria ciência que lhes é ensinada, para que possam avaliar que tipo de ciência é veiculada nos LD.

Com isso, acredita-se que a análise de materiais didáticos não se dá apenas em momentos específicos onde o olhar se volta diretamente a esses materiais, mas ao longo de todo o processo formativo, mediante o diálogo sobre o empreendimento científico e seu ensino.

Trazer à tona essa discussão é tornar o professor um profissional mais reflexivo sobre os materiais didáticos utilizados em sala de aula e a ideia de ciência que querem passar a seus alunos. Sendo assim, subsidiar o professor para a realização de análise e escolha de materiais didáticos vai muito além de escolher uma coleção. Consiste em instrumentalizar o professor para que este possa transformar os investimentos realizados com a compra de livros em resultados positivos para a educação.

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALMEIDA, V. O.; CRUZ, C. A.; SOAVE, P.A. Concepções alternativas em ótica. **Textos de apoio ao professor de física**. v 18, n2. Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS. 2007.
- ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências da Educação - Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, Junho, 2003.
- ARTUSO, A. APPEL, J. L. A dinâmica de aula e sua relação com o Livro Didático segundo professores de Física do Ensino Médio. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Uberlândia, 2015.
- ARTUSO, A., R; WRUBLEWSKI, M. Física. Editora Positivo. 1a edição 2013.
- ASSIS, S. S.; PIMENTA, D. N.; SCHALL, V. T. A dengue nos Livros Didáticos de Ciências e Biologia indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, 2013.
- ASTOLFI, J.P.; DEVALAY, M. **A didática das Ciências**. Papirus editora. Campinas, 1990.
- BAGANHA, D. E.; GARCIA, N. M. D. O papel e o uso do Livro Didático de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.
- BARCELOS, M. O.; MARTINS, M. I. Livros de ciências recomendados pelo PNLD: a visão de professores de ciências de escolas públicas de BH. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edição 70, 1988.
- BARROS, M. A.; CARVALHO, A. M. P.; A história da ciência iluminando o ensino de visão. **Ciência & Educação**. 5, p. 83–94, 1998.
- BASSALO, José Maria Filardo. A crônica da Ótica Clássica (Parte I: 800 a.C. a 1665 d.C.). **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 3, n.3, p. 138-159. 1986.
- BISOGNIN, A. G. **O processo de escolha das coleções de letramento e alfabetização linguística do Programa Nacional do Livro Didático**. 2010. Dissertação (Mestrado em História da Educação) –Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Coleção Ciências da Educação. Porto Editora 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. In.: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n.3. p.291-313, 2002.

BOTON, J. M. **O processo de escolha do Livro Didático por professores: a evolução do PNLD e seus efeitos no ensino de ciências**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

BOTTECHIA, J. A. A., et al. Ensino de Química na Educação Básica: a experiência de professores do DF ao analisar os LDQ – PNLD 2012. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. v. 2. Brasília: MEC, 2006a.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. **Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior** (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7.084, de 27 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7084.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7084.htm)>. Acesso em 08 de agosto de 2014.

\_\_\_\_\_. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. **Histórico do PNLD**. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-historico>>. Acesso em 29/11/2015. 2015.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação – MEC. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FUNDEB. **Editais de convocação 01/2013** – edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2015. 2013a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 08, de 11 de Março de 2002 – Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Química. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 Mar. 2002, Seção 1, p.12. (2002a). Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces08\\_02.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces08_02.pdf)>. Acesso em: 28 de outubro de 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 09, de 11 de Março de 2002 – Estabelece as Diretrizes Curriculares para

os cursos Física. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 Mar. 2002, Seção 1, p.12. (2002b). Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES09-2002.pdf>>. Acesso em: 28 de outubro de 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 09, de 11 de Março de 2002 – Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 Mar. 2002, Seção 1, p.12. (2002c). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf>>. Acesso em: 28 de outubro de 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Física: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2009**. – Brasília, Secretaria de Educação Básica, 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Física: ensino médio**. – Brasília, Secretaria de Educação Básica, 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Física: ensino médio**. – Brasília, Secretaria de Educação Básica, 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Portaria n. 366, de 31 de janeiro de 2006**. Diário Oficial da União - DOU de 01/02/2006 - Seção I - p.17. Brasília: MEC, 2006. Disponível em < [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/port366\\_pnlem.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/port366_pnlem.pdf)> . Acesso em janeiro de 2016.

CABRAL, M. **Como analisar manuais escolares**. Texto Editores. Lisboa, 2005.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (org.) **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. Cortez editora. 2 ed. São Paulo. 2011.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no Ensino de Física. In.: CARVALHO, A. M. et al. (org.) **Ensino de Física**. Cengage Learning. Coleção Ideias em Ação. São Paulo, 2010.

CASSAB, M., MARTINS, I. Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 10, n.1, 2008.

CASSIANO, C. C. F. **A escolha do professor e a circulação de livros didáticos no estado de São Paulo**. 2003. Dissertação (Mestrado em História da Educação) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

COIMBRA, S. G. **A formação de uma cultura científica no ensino médio: o papel do livro didático de física**. 2007. 187f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Instituto de Física. Instituto de Física. Universidade de Brasília – UnB. 2007.

DAMIANI, F. M. et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. In: **Cadernos de Educação**. Faculdade de Educação da UFPel. n.45. 2013.

DAMIANI, F. M. Sobre pesquisas do tipo intervenção. In.: **Anais do XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**. Campinas, 2012.

DUARTE, M. C. O trabalho laboratorial em Manuais Escolares de Química portugueses dos 8º e 9º anos de escolaridade. In.: **Anais do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos, São Paulo, 1999.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de Ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.9, n.3, p. 265-313, 2004.

EPOGLOU, A. MARCONDES, M. E. R. Livro didático de ciências dos anos iniciais sob a ótica de supervisoras pedagógicas. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

FREITAG, B.; COSTA, W. F.; MOTTA, V. R. **O Livro Didático em Questão**. Cortez Editora. São Paulo, 1989.

FURIÓ, C.; PAYÁ, J.; VALDÉ, P. ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica? In.: GIL-PÉREZ, D. et al. (eds.) **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?** Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO. Santiago, 2005.

GARCÍA, O. et al. Planificando la enseñanza problematizada: El ejemplo de la óptica geométrica em Educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**. v.25, n.2, 2007.

GARCIA, T. M. F. B.; PIVOVAR, L. E. Significados das orientações metodológicas nos Livros Didáticos de Física do ponto de vista dos professores. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF**. Curitiba, 2008.

GARDELLI, D.; NEVES, M. C. D. Equívocos encontrados nos Livros Didáticos de Física no Ensino Médio sobre a interpretação dada à experiência de Oersted. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, 2011.

GATTI JUNIOR, D. Livros didáticos, saberes disciplinares e cultura escolar: primeiras aproximações. In.: **História da educação**. ASPHE/Fae/UFPel. n.2, p. 29-50. 1997.

GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D. História da ciência no ensino de Física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 15, n1. p. 7-59, 2010.

GERARD, F. -M., ROEGIERS, X. **Conceber e avaliar Manuais Didáticos**. Coleção Ciências da Educação. Editora Porto. Porto, 1998.



GIL PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de Ciências**. 2ed. Editora Cortez. São Paulo, 1993.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, v.4, 4ed.,1995.

HARRES, J. B. S., Um teste para detectar concepções alternativas sobre Tópicos introdutórios de ótica geométrica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.10,n.3: p.220-234. Florianópolis, 1993

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. In.: **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n.3, p.299-313. 1994.

HORIKAWA, A. Y.; JARDILINO, J. L. A formação de professores e o livro didático: avaliação e controle dos saberes escolares. In.: **Revista Lusófona de Educação**, v.15, n.15. 2010.

HUYGENS, C. Tratado da Luz. In.: **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. Roberto de Andrade Martins (trad.) Suplemento 4, p. 1-99. São Paulo, 1986.

JACQUES, V.; MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. P. A presença do conceito de energia no tratamento da Química em Livros Didáticos de Ciências. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

KANTOR, C. A. et al. **Quanta Física**. Editora Pearson. 2a edição 2013.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, n. 69, v. 16, jan./mar. 1996.

LANZILLOTTA, S. A.; KANDEL, C. La naturaleza de la ciencia en los libros de texto: una mirada epistemológica, retórica y didáctica. **Revista de Enseñanza de la Física**. v.26, número extra. 2014.

LEDERMAN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4), 1992.

LEITE, A. E. **O livro didático de física e a formação de professores**: passos e descompassos. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná. – Curitiba, 2013.

LIMA, M. E. C. C., SILVA, P. S. Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v.12, n.02, p.121-136, 2010.

LOGUERCIO, R. Q., SAMRSLA, V. E. E., DEL PINO, J. C. A Dinâmica de analisar Livros Didáticos com os professores de química. In.: **Química Nova**, v. 24, n. 4, 2001.

- MAIA, J. O.; VILLANI, A. Produções acadêmicas sobre livro didático de Química no contexto nacional: Uma revisão. In.: **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, 2011.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa elaboração, análise e interpretação de dados. Atlas, São Paulo. 2010.
- MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física**. Editora Moderna. 2a edição 2013.
- MARTINS, A. A. GARCIA, N. M. D. Escolha de Livros Didáticos por professores de Física: relações entre cultura escolar, cultura e mercado. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Uberlândia, 2015.
- MARTINS, A. A. GARCIA, N. M. D. Escolha de Livros Didáticos por professores de Física: artefatos da cultura escolar ou mercadoria? **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2014.
- MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.
- MARTINS, A. F.; RYDER, J. Há realmente um consenso acerca da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências? **Atas do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2014.
- MARTINS, A. O. DICKMAN, A. G. Representação de diagramas do livro didático de física: Uma Proposta para a Melhoria da Autonomia de Estudantes com Deficiência Visual. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 2013.
- MARTINS, L; SANTOS, G. S.; EL-HANI, C. N. Abordagens de saúde em um Livro Didático de Biologia largamente utilizado no Ensino Médio brasileiro. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.17, n.1, 2012
- MARTINS, R. A. A história das ciências e seus usos na educação. Introdução. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MARTINS, R. A. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, v. 9, p. 5-20, 1999.
- MARTINS, R. A. **O Universo: Teorias Sobre Sua Origem e Evolução**. Editora Moderna: São Paulo, 1994. Disponível em < <http://www.qhtc.usp.br/Universo/>>. Acesso em 15 de janeiro de 2012.
- MATTHEWS, M. R.; “História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação”, **Caderno Catarinense Ensino de Física**, vol. 12, nº 3, p. 164-214, Dez. 1995.

MATTHEWS, M. R.; "Um lugar para la historia y la filosofia em la ensenanza de las ciencias", **Comunicación, Language y Educación**, nº 11-12, p. 141-155, 1991.

MCCOMAS, W.F., ALMAZROA, H., & CLOUGH, M. (1998). The Nature of Science in MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MENDOZA, M. A. G; PIEDRAHITA, M. V. A.; CORTEZ, G. N. G. **Saber y evaluación de libros de texto escolar: Una herramienta de reflexión y acción**. Editorial Papiro, 2009.

MESSIAS, C. V.; SALOMÃO, S. R. Visões do Reino Fungi: análise comparativa de Livros Didáticos escolares e acadêmicos. **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. In.: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, 2000.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em Educação em Ciências: Métodos Qualitativos. In.: **Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos**. Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Instituto de Física UFRGS. Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>> Acesso em 09 de novembro de 2015. 2009.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLN/2007. In.: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.13, n.1, 2013.

MOTA, R. Inovação e aprendizagem independente na Educação Básica. In.: **Ciência e Natura**, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Santa Maria, v. 36 Ed. Especial, 2014.

MOTA, R.; SCOTT, D. **Educando para a inovação e aprendizagem independente**. Elsevier. Rio de Janeiro, 2014.

MUNAKATA, K. . Livro didático e formação do professor são incompatíveis? In: **Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores**, Brasília: MEC/SEF, 2001. v.1. p. 89-94. 2002.

MUNAKATA, K. Livro, livro didático e forma escolar. In: DALBEN, Ângela et al (Orgs.). **Convergências e tensões no campo do trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 219-233.

MUNAKATA, K. O livro didático: alguns temas de pesquisa. In.: **Revista Brasileira de História da Educação**. v. 12, n. 3, 2012.

NAGEM, R. L.; MARCELOS, M. F. Analogias e metáforas no ensino de Biologia: a árvore da vida nos Livros Didáticos. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, São Paulo, 2005.

NARDI, R. A avaliação de livros e materiais didáticos para o ensino de Ciências e as necessidades formativas do docente. In: BICUDO, M. A. V.; JUNIOR, C. A. S. (Orgs.). **Formação do educador e avaliação educacional**, Vol. 4, pág. 93-103. São Paulo: Editora Unesp, 1999.

NÓVOA, A. [Entrevista disponibilizada em 3 de dez de 2014, a Internet]. 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?t=107&v=8X-7RnmHiNU>>.331-359. Acesso em: 27 jul. 2015.

NÚÑEZ, I. B. et al. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **OEI – Revista Ibéroamericana de Educación**, ISSN: 1681-5653, 2002.

OCCELLI, M.; VALDEIRAS, N. Los libros de texto de ciências como objeto de investigación: Una revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**. Revista de investigación y experiencias didácticas. v.31, n.2. 2013.

ONU - ORGANIZAÇÃO DA NAÇÕES UNIDAS. **RES/68/221. Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz, 2015**. Resolución aprobada por la Asamblea General el 20 de diciembre de 2013. Disponível em <[http://www.light2015.org/dam/About/Resources/Resolution/IYL\\_Resolution\\_SP.pdf](http://www.light2015.org/dam/About/Resources/Resolution/IYL_Resolution_SP.pdf)> Acesso em 20 de agosto de 2015.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. Parâmetros para avaliar a produção literária em história e filosofia da ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da física. In.: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 3, 2013.

PERALTA, M. H. Prefácio. In.: CABRAL, M. **Como analisar manuais escolares**. Texto Editores. Lisboa, 2005.

PEREIRA, J. E.; BELTRÁN NÚÑEZ, I. Gráficos cartesianos nos livros didáticos de Química do PNL D 2012. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 2013.

PORTELA, S. I. C. **O uso de casos históricos no ensino de física**: Um exemplo em torno da temática do horror da natureza ao vácuo. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

RIBEIRO, K. C. MIKAEL FRANK REZENDE JUNIOR, M. F.; NASCIMENTO, T. G. A Tecnologia como referência dos saberes escolares: um olhar sobre o tema “geradores elétricos” nos Livros Didáticos de física do Ensino Médio. In.: **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, 2010.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. 2005. 257f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F. e REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. In.: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2007.

RODRIGUES, C. M. 2014. **Abordagem contemporânea da Mecânica no Ensino Médio**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Centro de Ciências Naturais e Exatas , Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

SCHIRMER, S. B. **Textos Originais de Cientistas e Textos sobre História das Ideias da Ciência em uma proposta didática sobre ótica na formação inicial de professores de física**. Santa Maria: UFSM, 2012. 154 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

SCHIRMER, S. B.; ROSA, V. M.; SAUERWEIN, I. P. S. **História e Filosofia da Ciência no SNEF: Um quadro preliminar (2003 – 2009)**. In.: Programa do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, 2011. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0596-1.pdf>> Acesso em 28 de dezembro de 2011.

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. **História e Filosofia da Ciência para sala de aula no EPEF (2002-2010)**. In.: Programa do XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Foz do Iguaçu, 2011. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2011/sys/resumos/T2284-1.pdf>> Acesso em 28 de dezembro de 2011. (2011b).

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. **História e Filosofia da Ciência: um panorama em eventos e periódicos de Ensino de Física**. In.: Anais do I Seminário Internacional de Educação em Ciências - SINTEC. FURG/ NUEPEC. Rio Grande, 13, 14 e 15 de julho de 2011. (2011c).

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. **História e Filosofia das Ciências em periódicos de Ensino de 2001 a 2010**. Trabalho apresentado no VIII Encontro de pesquisa em educação em Ciências – ENPEC. Campinas, 2011. (2011a).

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. Um mapeamento dos trabalhos sobre Livros Didáticos nos ENPEC. **Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 2015.

Science Education: an introduction. **Science & Education**, 7(6), 511-532.

SEPINI, R. P.; CABRAL, S. A.; MACIEL, M. D. Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos sobre a Origem da Vida em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 2013.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. Editora Cortez, São Paulo, 2007.

SILLOS, A. E.; SANTOS, W. L. P. Percepções de alunos do ensino médio sobre o livro didático de Química. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, SP. 2013.

SILVA, B. V. C. A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. In.: **Latin-American Journal of Physics Education**. v. 4, n 3. México D.F. 2010. (2010a)

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D. E agora, que todos tem Livro Didático de Física? O ponto de vista dos alunos. **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF**. Águas de Lindóia, 2010.

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D. O livro didático de Física está na escola. O que pensam os alunos do Ensino Médio? **Atas do VIII Encontro de pesquisa em educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011a.

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D. O Livro Didático de Física está na escola. O que pensam os alunos do ensino médio? **Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Manaus, 2011.

SILVA, F. W.O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v 29, n 1, p. 149-159, 2007.

SILVA, J. R.; NETO, F. R.; MALTA, S. C. Análise da abordagem histórica do conceito de área em Livros Didáticos do Ensino Fundamental II. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, São Paulo, 2003.

SILVA, M. A. A Fetichização do Livro Didático no Brasil. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 37, n. 3. 2012.

SILVA, P. N. et al. Análise da Transposição Didática para o Conteúdo de Reações Orgânicas: Primeiras Impressões. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, 2013.

SILVA, P. S. Síntese e comentários sobre as implicações das pesquisas para a formação de professores de Ciências. In.: MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; VILANOVA, R. (eds.) **O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro [s.n.], 2012.

SOUZA FILHO, M. P.; GRANDINI, C. R. Uma análise estrutural do conteúdo experimental de Eletromagnetismo nos Livros Didáticos de Física adotados para o ensino médio. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, São Paulo, 2003.

SOUZA, E. L., GARCIA, N. M. D. As pesquisas sobre o livro didático de Física e Ciências: temas e perspectivas presentes nos SNEFs. In.: **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. São Paulo, 2013. (2013a)

SOUZA, J. A. **Uma abordagem histórica para o ensino de princípio da inércia**. Natal, RN: UFRN 2008. 175 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Exatas, Centro de Ciências Naturais Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

TAMIR, P.. The role of the laboratory in science teaching. **Technical Report**. n. 10. Science Education Center, University of Iowa. 1976.

TAMIR, P.; GARCIA ROVIRA, M. P. Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. In.: **Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, n.1, 1992.

TATARA, E. LISOVSKI, L. A. Livro Didático de Ciências: processo de avaliação e escolha em um município do interior do Paraná. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

TOLENTINO-NETO, L. C. B. de. **O Processo de Escolha do Livro Didático de Ciências por Professores de 1ª a 4ª séries**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 2003.

TOMACZSKI, J. P. O que pensam os estudantes do Ensino Médio sobre o uso do livro didático de Física? **Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. 2013 – São Paulo, 2013.

TORRES, C. M. et al. **Física Ciência e Tecnologia**. Editora Moderna. 3a edição, 2013.

TOSCANO, C.; GONÇALVES FILHO, A. **Física: interação e Tecnologia**. Leya, São Paulo. 2013.

UNESCO - Organização para Educação, Ciência e Cultura da União das Nações Unidas. Representação no Brasil. **2015 - Ano Internacional da Luz**. Disponível em < <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/>> Acesso em 28 de agosto de 2015.

UTGES, G.; FERNÁNDEZ, P.; JARDÓN, A. Física y Tecnología. Una Integración Posible. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.2, p.108-120, 1996.

VANNUCCHI, A. I. **História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula**. 1996. 131f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências modalidade Física, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Critérios para escolha de Livros Didáticos utilizados por professores de Física. **Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2012.

ZAMBON, L. **Seleção e utilização de Livros Didáticos de Física em escolas de educação básica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

## REFERÊNCIAS ANALISADAS

ARTUSO, A. APPEL, J. L. A dinâmica de aula e sua relação com o Livro Didático segundo professores de Física do Ensino Médio. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Uberlândia, 2015a.

ARTUSO, A. APPEL, J. L. Diferenças na dinâmica de aula dos professores e sua relação com o livro didático de física do ensino médio. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Uberlândia, 2015b.

ARTUSO, A. R. Usos do livro didático de física segundo alunos. In.: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP, 2013.

BAGANHA, D. E.; GARCIA, N. M. D. O papel e o uso do Livro Didático de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

BANDEIRA FILHO, F.; MARTINS, M. I. Exercícios resolvidos nos livros didáticos de física: o que pensam os professores? In.: **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. São Paulo, 2013.

BARCELOS, M. O.; MARTINS, M. I. Livros de ciências recomendados pelo PNLD: a visão de professores de ciências de escolas públicas de BH. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

BOTTECHIA, J. A. A., et al. Ensino de Química na Educação Básica: a experiência de professores do DF ao analisar os LDQ – PNLD 2012. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

CASSAB, M., MARTINS, I. Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 10, n.1, 2008.

DINIZ, M. C.; OLIVEIRA, T. C.; SCHALL, V. T. “Saúde como compreensão de vida”: avaliação para inovação na educação em saúde para o ensino fundamental. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 12, n.1, 2010.

EPOGLOU, A. MARCONDES, M. E. R. Livro didático de ciências dos anos iniciais sob a ótica de supervisoras pedagógicas. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

FRISON, M. D. et al. Livro Didático como instrumento de apoio para construção de propostas de Ensino de Ciências Naturais. In.: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC**. Florianópolis, 2009.

GARCIA, T. M. B.; GARCIA, N. D. M.; PIVOVAR, L. E. O uso do livro didático de física: estudo sobre a relação dos professores com as orientações metodológicas. In.: **Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VI ENPEC**. Florianópolis, 2007.



GARCIA, T. M. F. B. Relações de professores e alunos com os livros didáticos de física. In.: **Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Vitória, 2009.

GARCIA, T. M. F. B.; NASCIMENTO, F. E.; SCOMACAO, F. Ensinando a ensinar física nas séries iniciais: manuais didáticos destinados a professores. In.: **Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – XXI SNEF**. Uberlândia, 2015.

GARCIA, T. M. F. B.; PIVOVAR, L. E. Significados das orientações metodológicas nos Livros Didáticos de Física do ponto de vista dos professores. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF**. Curitiba, 2008.

GOMES, V. B. Impressões de professores sobre questões relacionadas ao ensino de química: enfoque no uso do livro didático. In.: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC**. Florianópolis, 2009.

GUIMARÃES, F. M.; MEGID NETO, J. FERNANDES, H. L. Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de ciências. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

KATO, C. M.; KIOURANIS, N. M. M. O livro didático nas aulas de Química por estudantes do Ensino Médio. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

LEITE, A. E.; GARCIA, N. M. D. Funções dos livros didáticos e a formação de professores de física. In.: **Atas do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2014.

LEITE, A. E.; GARCIA, N. M. D.; ROCHA, M. O quê e como se aprende sobre o livro didático de física do ensino médio: percepção dos formadores de professores sobre o que se ensina aos licenciandos. In.: **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. São Paulo, 2013.

LIMA, M. E. C. C., SILVA, P. S. Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v.12, n.02, p.121-136, 2010.

MAIA, J. O.; VILLANI, A. O Livro Didático e os Cadernos do Estado de São Paulo nas práticas pedagógicas dos professores de Química. In.: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2013.

MARTINS, A. A. GARCIA, N. M. D. Escolha de Livros Didáticos por professores de Física: artefatos da cultura escolar ou mercadoria? **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2014.

MARTINS, A. A. GARCIA, N. M. D. Escolha de Livros Didáticos por professores de Física: relações entre cultura escolar, cultura e mercado. **Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Uberlândia, 2015.

MELO, M. S.; SANTOS, W. L. P. Interações discursivas em debates sociocientíficos mediados por textos didáticos. In.: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2013.

MIRANDA, L. C.; MARTINS, C. M. Critérios de escolha e formas de uso dos Livros Didáticos de Química pelos professores do Ensino Médio. **Atas do VI Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Florianópolis, 2007.

PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. A leitura de textos didáticos de ciências como confronto de perspectivas. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n.3, 2011.

PEDREIRA, A. J.; CARNEIRO, M. H. S.; SILVA, D. M. S. Uso do Livro Didático por Licenciandos em Ciências Naturais: o que me lembro e o que fiz. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

ROSA, M. D. A seleção e o uso do livro didático na visão de professores de Ciências: um estudo na rede municipal de ensino de Florianópolis, SC. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

SILLOS, A. E.; SANTOS, W. L. P. Percepções de alunos do ensino médio sobre o livro didático de Química. In.: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

SILVA, E. F. GARCIA, T. M. F.; GARCIA, N. M. O livro didático de Física está na escola. O que pensam os alunos do Ensino Médio? In.: **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC**. Campinas, 2011a.

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. B.; GARCIA, N. D. M. E agora, que todos tem livro didático de física? O ponto de vista dos alunos. **Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XII EPEF**. Águas de Lindóia. 2010.

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D. O Livro Didático de Física está na escola. O que pensam os alunos do ensino médio? **Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. Manaus, 2011b.

SOUZA, E. L., GARCIA, N. M. D. Livros Didáticos de Ciências: a influência da cultura local sobre a escolha e uso por professores do Ensino Fundamental. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013.

SOUZA, M. C. M.; ALMEIDA, S. A. O livro didático como instrumento para o desenvolvimento de um ensino de Ciências por investigação. In.: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 2013.

TATARA, E. LISOVSKI, L. A. Livro Didático de Ciências: processo de avaliação e escolha em um município do interior do Paraná. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

TOMACZSKI, J. P. O que pensam os estudantes do Ensino Médio sobre o uso do livro didático de Física? **Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**. 2013 – São Paulo, 2013.

ZAMBON, L. B. et al. Seleção e Utilização de Materiais Didáticos para o Ensino de Física. **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**. Campinas, 2011.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Critérios para escolha de Livros Didáticos utilizados por professores de Física. **Anais do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2012.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Questões sobre ótica



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
Curso de Física  
Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à  
Docência – PIBID  
Subprojeto de Física



Oficina sobre a Luz 04 – Atividade 01: Questões sobre ótica

Nome: \_\_\_\_\_

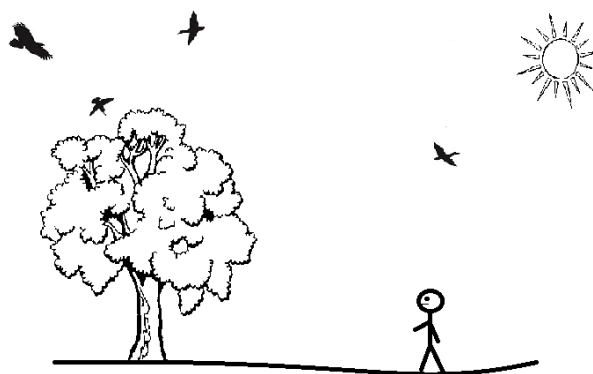
Responda as seguintes questões:

01) Qual o papel da história no ensino de física?

02) O que é a luz?

03) Explique como podemos ver os objetos?

04) Represente o modo pelo qual a pessoa consegue ver a árvore na figura abaixo:



**05)** (Adaptada de Harres, 1993) O desenho ao lado mostra um observador parado em frente a um espelho plano. Entre o espelho e o observador encontra-se um objeto. Se o observador mover-se para a esquerda, o que acontecerá com a imagem do objeto?

- a) Permanecerá no mesmo lugar onde estava.
- b) Se deslocará para a esquerda do observador.
- c) Se deslocará para a direita do observador.

Justificativa: \_\_\_\_\_

---



**06)** (Adaptada de Harres, 1993) O que você poderá fazer para que, colocado em frente a um espelho plano, possa ver uma maior parte do seu próprio corpo?

- a) Nada.
- b) Mover-se para trás.
- c) Mover-se para frente.

**07)** Represente o modo pelo qual enxergamos a descontinuidade da régua na figura abaixo:



## Apêndice B – Roteiro para análise da dimensão Histórico Filosófica no LD



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
 Curso de Física  
 Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à  
 Docência – PIBID  
 Subprojeto de Física



### Oficina 5 - Tarefa 1 ANÁLISE DE ASPECTOS HISTÓRICOS NO LD

#### Referência da coleção analisada:

#### 1) Formas de apresentação de elementos históricos

- Percorra todos as unidades, capítulos, seções, etc, referentes a luz na coleção, localizando aspectos históricos presentes.
- Identifique possíveis recorrências, como seções, boxes, localização no corpo do texto e quaisquer locais que apresentem aspectos históricos no texto. Localizando estes espaços (tamanho, número da página, etc.) e ilustre os mesmos com imagens.
- Identifique aspectos apresentados de forma esporádica, isto é, que aparecem apenas em determinado capítulo/seção e em outros não.
- Identifique os exercícios e problemas que apresentam elementos históricos com números da página e imagem.

#### 2) Conteúdo dos elementos históricos apresentados

- Leia os locais que apresentam elementos históricos procurando identificar quais os assuntos tratados em relação a:
  - datas (quais?)
  - dados biográficos (de quem?)
  - contextos em que cientistas estiveram inseridos (quais aspectos?)
  - descrições históricas de experiências (quais?)
  - exercícios (quantos? Relacionados a informações do texto, situações novas, numéricas ou não, ou outros?)

#### 3) Instruções (indicações) relacionadas aos elementos históricos

Identifique quais as instruções ao professor que a coleção apresenta para tratar os conteúdos históricos presentes na coleção identificados anteriormente, tanto no corpo do texto quanto no manual do professor.

#### 4) Relações entre os aspectos históricos e os aspectos conceituais

Identifique as relações entre os elementos históricos e os conteúdos conceituais apresentados na coleção a partir dos dados levantados no itens anteriores.

- Os elementos históricos contextualizam a construção histórica dos conhecimentos apresentados?
- Os elementos históricos auxiliam de alguma forma a apresentação/desenvolvimento do conteúdo conceitual? De que forma?
- Os elementos históricos dão subsídios aos leitores que auxiliem a argumentar sobre os conteúdos físicos abordados?
- Os exercícios e problemas propõem resolver novas situações? Como eles contribuem para o ensino de elementos históricos?

#### Referências

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. Parâmetros para avaliar a produção literária em história e filosofia da ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da física. In.: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 3, 2013.

PINTO, S. L. et al. Análise da História da Ciência da Astronomia em livros didáticos de Ciências nas séries finais do ensino fundamental. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP – 10 a14 de Novembro de 2013.

SILVA, B. V. C. A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. In.: **Latin-American Journal of Physics Education**. v. 4, n 3. México D.F. 2010. (2010a)





UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA  
Curso de Física  
Programa Institucional de Bolsa  
de Iniciação à Docência – PIBID  
Subprojeto de Física



## Oficina 5 - Tarefa 2

### ANÁLISE VISÕES ADEQUADAS E INADEQUADAS DE CIÊNCIAS NO LD

Dadas as visões deformadas de ciências que podem ser difundidas no ensino das ciências e os aspectos sobre a visão de ciências considerados mais adequados para discussões sobre as ciências, identifique na sua coleção trechos que possam corroborar com um ao menos duas visões deformadas e duas visões adequadas de ciências. Justifique explicando por que esse trecho apresenta essas possibilidades.

Algumas visões inadequadas são elencadas por Gil-Perez e colaboradores (2001), a partir de um levantamento das principais deformações da ciência apresentados na literatura associado e de uma pesquisa com professores:

1. *Visão empírico-indutivista e ateórica*: esquece o papel essencial das hipóteses e da construção de um corpo coerente de conhecimentos (teoria), destacando o papel neutro da observação e da experimentação.
2. *Visão rígida*: apresenta o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, transmitindo uma visão rígida, algorítmica, exata, infalível.
3. *Visão aproblemática e ahistórica*: transmite apenas os produtos da ciência, sem mostrar quais foram os problemas que geraram sua construção, sua evolução, suas dificuldades, etc. Omitindo também as limitações dos conhecimentos atuais e as perspectivas abertas.
4. *Visão exclusivamente analítica*: destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador. Entretanto, não menciona os esforços posteriores de unificação ampliação dos conhecimentos mediante relações entre diferentes campos.

5. *Visão acumulativa, linear*: os conhecimentos aparecem como fruto de um crescimento linear e cumulativo, ignorando o complexo processo que envolve o empreendimento científico.
6. *Visão individualista e elitista*: Os conhecimentos científicos são associados a obras de gênios isolados, deixando de lado o papel do trabalho coletivo e cooperativo. Ignora-se assim que resultados obtidos individualmente não podem confirmar ou refutar teorias.
7. *Visão socialmente neutra*: esquece as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, livrando os cientistas da tarefa de fazer escolhas.


Em contrapartida há alguns elementos que devem ser considerados ao se trabalhar com ciência em sala de aula:

1. A apresentação de uma ideia adequada de método científico como uma série de processos essenciais à atividade científica, que **validem** aquele conhecimento e faça-o ser reconhecido como conhecimento científico.
2. O conhecimento científico como fruto de problemas, que para serem primeiramente observados, em geral partem de alguma teoria anterior à observação. Ou seja, um visão mais adequada nesse sentido discute a relação entre teoria e prática como uma relação complexa na construção do conhecimento.
3. O fundamental papel da formulação de hipóteses que serão utilizadas para resolver os problemas de interesse. Tais hipóteses não constituem certezas a priori, mas são tentativas de resposta a um problema que, em grande medida, se sustentam nos conhecimentos já estabelecidos e serão submetidas a testes tão rigorosos quanto possível visando sua aceitação ou não, em determinada conjectura. Sendo assim, a partir das hipótese é que se dá a coleta de dados e, em geral, não o contrário.
4. A ciência como um processo não apenas analítico, onde se dividem os campos de estudo que procuram resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações. Mas também a necessidade de que estes resultados particulares sejam coerentes com construções já realizadas em outros âmbitos de forma a apresentar uma coerência com o conhecimento vigente. Sendo assim, não é um único experimento que refuta ou comprova uma hipótese.
5. A compreensão do carácter social do desenvolvimento científico, que se constitui em uma atividade coletiva, e relativamente autônoma, que é influenciada pela estrutura na qual se insere (financiamentos, organizações administrativas, linhas de pesquisa, entre outros) e que influencia seu meio social.

## Referências:

GIL PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

## Apêndice C – Tarefas sobre a atividade experimental

 <p style="text-align: center;"><b>Atividades Oficina 6</b></p>	<p>1) Descreva e explique o que você observou no arranjo experimental.</p>
<p>2) Identifique os conceitos necessários para explicar o que você observou.</p>	<p>3) Esquematize uma representação gráfica dos fenômenos.</p>
<p>4) Baixe e procure se familiarizar com a simulação “curvando a luz”.</p> <p>5) Na simulação é possível observar os fenômenos de reflexão e refração de raios de luz que incidem na interface de dois meios. Também é possível alterar os meios em questão. Procure alternar os meios e verificar entre quais combinações é possível simular o que você observou no arranjo experimental. Descreva detalhadamente todas as mudanças de parâmetros que você fez e as respectivas observações.</p>	<p>6) Utilizando os dados obtidos no item 5, procure identificar quais os meios denominados Mistério A e Mistério B.</p>

## Apêndice D – Roteiro para análise da dimensão experimental no LD

### ANÁLISE DE ASPECTOS EXPERIMENTAIS NO LD

#### Referência da coleção analisada:

#### 1) Quais são as propostas

- Percorra todos as unidades, capítulos, seções, etc, referentes a luz na coleção, localizando as sugestões de trabalhos experimentais.
- Identifique e localize possíveis recorrências, como seções, boxes, localização no corpo do texto e quaisquer locais que apresentem aspectos experimentais no texto.
- Identifique os exercícios e problemas que apresentam elementos experimental com números da página e imagem.

#### 2) Análise das propostas experimentais

- Quanto à ênfase matemática, são qualitativos ou quantitativos?
- Quanto a aparatos/recurso, são propostas a utilização de computador, celular, câmeras? há montagem de equipamentos? os equipamentos devem ser apresentados prontos?
- As atividades propostas devem ser realizadas na escola, na sala de aula, no laboratório ou não há indicação de local?
- As atividades propostas são realizadas pelo professor ou pelos alunos? Individuais ou coletivas?
- Há imagens que ilustram o trabalho proposto?
- Materiais a serem utilizados estão claros, há indicações de como ou onde obter?
- Avaliação – o LD indica formas de avaliação de aprendizagens ou da própria atividade realizada?
- Há observações relacionadas ao impacto ambiental da realização da atividade?

#### 3) Instruções (indicações) relacionadas aos elementos experimentais

Identifique quais as instruções ao professor que a coleção apresenta para tratar as propostas experimentais presentes na coleção identificados anteriormente. Analise aspectos gerais sobre atividades experimentais e aspectos analisados no item anterior.

#### 4) Grau de direcionamento das propostas

- Quais as aprendizagens esperadas com cada atividade (indicadas no LD)?

- Qual a função educacional? Demonstração, Verificação ou Investigação.
- *Classificação das propostas quanto aos níveis de investigação:*

<b>Nível de Investigação</b>	<b>Problemas</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Conclusões</b>
0	Dados	Dados	Dados
1	Dados	Dados	Em aberto
2	Dados	Em aberto	Em aberto
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

*Tabela 01- Níveis de investigação no laboratório de ciências (Borges, 2002, p.306)*

### **Referências:**

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, Junho, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. In.: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n.3. p.291-313, 2002.

## Apêndice E – Roteiro para análise da dimensão Tecnológica no LD

### ANÁLISE DE ASPECTOS RELACIONADOS À TECNOLOGIA NO LD

#### Referência da coleção analisada:

#### 1) Quais são as propostas

- Percorra todos as unidades, capítulos, seções, etc., referentes a luz na coleção, localizando as referências a aspectos tecnológicos como aparatos e textos relacionados à tecnologia.
- Identifique e localize possíveis recorrências, como seções, boxes, localização no corpo do texto e quaisquer locais que apresentem esses aspectos no texto.
- Identifique os exercícios e problemas que apresentam elementos relacionados à tecnologia com números da página e imagem.
- Organize esses dados de forma clara.

#### 2) Análise da tecnologia no LD

Quanto aos aspectos tecnológicos apresentados:

- São atuais?
- São de amplo conhecimento dos alunos? São muito específicos ou de difícil acesso (reconhecimento) à população em geral?
- São apresentados os contextos de: desenvolvimento (onde, quando, por quê, por quem...); das necessidades de sua existência; de aspectos ambientais associados a sua produção e uso;
- São apresentadas limitações técnicas relacionadas ao aparato?
- São apresentados os resultados que este aparato trouxe à sociedade?
- Apresenta aspectos positivos e negativos relacionados ao aparato? Há alguma relação entre a produção (custo econômico e energético, impacto ambiental, etc.) e os benefícios ou possíveis benefícios que estes podem trazer à sociedade? Apresentam-se as vantagens e desvantagens relacionadas à produção, uso, manutenção e descarte do aparato?

Procure analisar (e justificar) se os aspectos tecnológicos (AT) são apresentados como:

- **Motivação/Justificativa:** se os AT são apresentados como motivação ou justificativa para o ensino dos conteúdos apresentados ou quando os AT se apresentam como tentativa de contextualizar ou enfatizar aos leitores sobre a importância da apreensão e do entendimento de conhecimentos físicos.
- **Ilustração:** quando os AT e seus aparatos se apresentam como textos adicionais ou complementares, e exemplificações de teorias científicas

sem levar em conta os conhecimentos produzidos pela mesma, ou ainda como mera curiosidade.

- Aplicação: quando os AT são apresentados como aplicação da ciência ignorando o processo tecnológico envolvido na construção de um aparato, como se este fosse resultado imediato de um conhecimento científico ou ainda quando a Tecnologia não foi reconhecida como área produtora de saberes específicos.

### **3) Instruções (indicações) relacionadas aos aspectos tecnológicos**

- Identifique quais as referências que os autores dão aos alunos sobre tecnologia na coleção.
- Identifique quais as instruções ao professor que a coleção apresenta para tratar os aspectos tecnológicos presentes na coleção identificados anteriormente.
- Verifique e descreva se são apresentadas instruções para a leitura, pesquisas ou outras atividades relacionadas a aspectos tecnológicos apresentados na coleção.
- Verifique se são apresentadas e quais são as instruções para avaliação para atividades que fazem menção a aspectos relacionados à tecnologia.

### **Referências**

RIBEIRO, K. C. MIKAEL FRANK REZENDE JUNIOR, M. F.; NASCIMENTO, T. G. A Tecnologia como referência dos saberes escolares: um olhar sobre o tema “geradores elétricos” nos Livros Didáticos de física do Ensino Médio. In.: **Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, 2010.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F. e REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. In.: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2007.