



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE UNB PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A LUZ, SUAS NATUREZAS, SUA PROPAGAÇÃO, O LASER E
ALGUMAS APLICAÇÕES: UM TEXTO PARADIDÁTICO DE APOIO**

Marcos Fernandes Sobrinho

Brasília - DF

Dezembro/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE UNB PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A LUZ, SUAS NATUREZAS, SUA PROPAGAÇÃO, O LASER E
ALGUMAS APLICAÇÕES: UM TEXTO PARADIDÁTICO DE APOIO ¹**

Marcos Fernandes Sobrinho

Dissertação realizada sob orientação dos professores Dr.^a Erika Zimmermann (*IN MEMORIAM*) e Dr. Ivan Ferreira da Costa e coorientação do Prof. Dr. Ricardo Gauche, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração: Ensino de Física.

Brasília - DF

Dezembro/2011

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCOS FERNANDES SOBRINHO

“A LUZ, SUAS NATUREZAS, SUA PROPAGAÇÃO, O LASER E ALGUMAS APLICAÇÕES: UM TEXTO PARADIDÁTICO DE APOIO”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 16 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivan Ferreira da Costa
(Presidente)

Prof. Dr. Mauro Luiz Rabelo
(Membro interno não vinculado ao Programa – IE/UnB)

Prof. Dr. Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril
(Membro interno vinculado ao Programa – IB/UnB)

FICA AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTA TRABALHO DE DISSERTAÇÃO, PARA FINS DE ESTUDO E DE PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE. NO ENTANTO, PARA FINS DIVERSOS DOS CITADOS ANTERIORMENTE, A REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL, APENAS SERÁ PERMITIDA MEDIANTE AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DO AUTOR.

FICHA CATALOGRÁFICA

Fernandes Sobrinho, Marcos

“A LUZ, SUAS NATUREZAS, SUA PROPAGAÇÃO, O *LASER* E ALGUMAS APLICAÇÕES: UM TEXTO PARADIDÁTICO DE APOIO” – Brasília – 2011

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília.

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – IQ/IB/IF/FUP

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Erika Zimmermann (*IN MEMORIAM*)

Orientador: Prof. Dr. Ivan Ferreira da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Gauche

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Ensino de Física; 2. Natureza da luz; 3. *Laser* e aplicações; 4. Texto paradidático; 5. Abordagem CTS.

170f.

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – IQ/IB/IF/FUP

À professora Doutora Erika Zimmermann (*IN MEMORIAM*) pelo teor das orientações a mim concedidas durante maior parte da construção deste trabalho, pela seriedade e competência, pelo carinho e pela elevada dose de dedicação incondicional.

A ela expresso minha eterna gratidão e reconhecimento!

DEDICO!

Ao meu pai, Geraldo Fernandes, quem me permitiu enxergar que onde florescem seus ensinamentos, “não vicejam a ditadura, nem a soberania dos poderes arbitrários e muito menos a dominação daqueles conquistadores violentos que denigrem a condição do ser humano” (Rui Barbosa). A ele ainda, atribuo as significativas lições que compõem as qualidades de um homem honrado.

À minha mãe, Elza Araujo Fernandes, quem recorrendo à fonte generosa dos ensinamentos de Jesus, ensinou-me nas entrelinhas que, idealmente, devemos buscar evoluir cada dia mais. Que somente seremos pessoas de consciência, quando pudermos identificar todas as nossas aspirações, penetrar na intimidade das nossas realizações passadas e olhar para frente sem conflitos, sem desequilíbrios e com perfeita tranquilidade, identificando o que devemos fazer, o que podemos fazer e quando deveremos realizar.

OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade ímpar de poder desvendar uma ínfima parcela da complexidade dos mistérios e do comportamento da natureza Humana.

À professora Doutora Erika Zimmermann (*IN MEMORIAM*), minha orientadora, pela dedicação, disciplina e precisão das orientações/contribuições a este estudo. Pelas lições de persistência e otimismo diante de quaisquer dificuldades.

Ao professor Doutor Ivan Ferreira da Costa, meu orientador, pelo seu admirável conhecimento e incansável dedicação.

Ao professor Doutor Ricardo Gauche, meu coorientador, pela amizade, pelo respeito, pelos ensinamentos, pela enorme colaboração e boa dose de motivação, dedicação e paciência com suas consideráveis contribuições.

Aos meus pais, Geraldo e Elza Fernandes, e irmãos, Viviane Araujo Fernandes, Josias André Fernandes (Deréu), Geraldo Fernandes Júnior que nunca hesitaram em me apoiar nas horas ausentes e, sobretudo, de dificuldades.

À minha filha Marcella Fernandes e sobrinhos Victor Fernandes, Heitor e Maria Elisa Fernandes pela capacidade de entendimento daqueles momentos em que estive fisicamente ausente, embora espiritualmente nunca.

À Paula Silva Resende pelas contribuições, capacidade de compreensão, discernimento, apoio e carinho, principalmente nos momentos de incerteza relacionados à etapa final deste trabalho.

A todos os meus professores e colegas que contribuíram sobremaneira para minha formação graduada e pós-graduada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo parcial suporte financeiro, sem o qual seria impossível realizar esta tarefa.

Ao Instituto Federal Goiano, pelo apoio e pela compreensão ao longo desta caminhada.

A todos, muito obrigado!

FERNANDES SOBRINHO, Marcos. **A LUZ, SUAS NATUREZAS, SUA PROPAGAÇÃO, O LASER E ALGUMAS APLICAÇÕES: UM TEXTO PARADIDÁTICO DE APOIO**, 2011, 170f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília – PPGEC/UnB, UNB, Brasília, 2011.

RESUMO

Pesquisas em Ensino de Física têm sinalizado a relevância da utilização de textos paradidáticos para o processo de aprendizagem, como um recurso a mais, e capaz de contribuir para ampliar o espaço de diálogo em sala de aula, possibilitando interações e, em decorrência delas, favorecendo a construção de conhecimentos e aplicação de conceitos, cientificamente aceitos. Essa construção se estrutura, desencadeia-se e se efetiva pela mediação do professor, cujo papel é fundamental nesse processo de desenvolvimento conceitual que, no caso deste estudo, deu-se, basicamente, no interior da sala de aula. Com esse olhar, a presente pesquisa avaliou o material produzido especificamente para esse trabalho, por meio da solicitação aos alunos para que fizessem essa avaliação, tendo como referência o que aprenderam sobre os conceitos nele trabalhados. Esse material produzido com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com propósitos de um ensino de Física contextualizado, foi avaliado com base na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos do texto trabalhado. A pesquisa é um Estudo de Caso e as transcrições dos momentos em sala de aula, relacionadas à aplicação do texto paradidático, foram obtidas a partir de questionários de opinião e de conhecimento, e também por meio de videofilmagens. Os conhecimentos específicos, particularmente trabalhados durante a utilização do texto, envolveram conceitos de Ótica como a luz, suas naturezas, sua propagação, o *LASER* e algumas aplicações. A análise das informações coletadas permitiu verificar que o texto paradidático, da forma como foi trabalhado pelo professor, estimulou o aluno a aprender. A análise dos dados também favoreceu o surgimento de dimensões que sinalizam importantes contribuições da utilização do texto com abordagem CTS, para o aumento do interesse dos alunos em relação à aprendizagem de conceitos da Física escolar, a

partir dos conteúdos e das correspondentes aplicações no dia a dia deles. Ainda foi possível, a partir da interpretação dos dados, das dimensões e das categorias, inferir possíveis encontros e desencontros, considerados importantes entre o que se pretende, ao se utilizar o texto paradidático, e o que se consegue com a prática pedagógica, entre os quais se destacam a complexidade e a variedade dos aspectos que se relacionam com o aumento do interesse dos alunos durante as aulas.

Palavras-chave: Ensino de Física, Natureza da luz, *Laser* e aplicações, Texto paradidático, Abordagem CTS.

ABSTRACT

Research in Physics Education has spotted the importance of the use of paradidactic texts the learning process as an extra resource, and can contribute to wide up the opportunity for dialogue in the classroom, allowing interactions and as a result of them, favoring the building of knowledge and application of concepts, accepted scientifically. This construction is structured, it flows and is effective through the mediation of the teacher, whose role is crucial in the process of conceptual development in the case of this study, there was basically inside the classroom. With this purpose, this study evaluated the material produced specifically for this work by requesting students to make this valuation, having as reference the concepts they have learned about what had been thought. This material focusing Science, Technology and Society (STS), for purposes of teaching a physics perspective, it was evaluated based on the notion of students as critical readers of the text what had been thought. The research is a Case Study and the transcripts of the moments in the classroom, related to the application of the text in order to work with it, obtained from survey questionnaires and opinion, and also through videofilming. The specific knowledge, particularly worked during use of the text, involving concepts of optics as light, their natures, their propagation, the laser and some applications. The analysis of information collected has shown that the text, as it was worked by the teacher encouragement the student to learn. Data analysis also favored the emerge of important dimensions that signal the contributions of the use of text with STS approach, to increase students' interest towards learning concepts of physics at school, from the contents and the corresponding applications on to their day by day. Yet it was possible, infer agreements and disagreements, considered important from what would have been intended, while using the text textbooks, and what is the achievement with the pedagogical practice, among which we highlight the complexity and variety of aspects that relate to the increased interest of students during the lessons.

Keywords: Physics Teaching, Nature of light, Laser and applications, Paradidactic Text, STS approach.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Síntese: SAEB e Prova Brasil	21
Figura 02 – Esquema antidiálogo	60
Figura 03 – Autonomia Crítica	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Influência dos <i>applets</i> para o aumento de interesse do aluno em aprender Física _____	104
Tabela 02 – Influência do TP para o aumento do interesse e a aprendizagem de conceitos _____	107
Tabela 03 – Influência do TP em conectar a Física escolar com o dia a dia do estudante _____	109
Tabela 04 – Impressões dos estudantes acerca do TP e das questões nele contidas _____	110
Tabela 05 – Conexões entre o Livro Didático adotado na Escola e o TP _____	111

LISTA DE SIGLAS

BD – *Blue Ray Disk*

CD – *Compact Disk*

CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica

C&T – Ciência & Tecnologia

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DVD – *Digital Vídeo Disk*

EM – Ensino Médio

ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ETIEM – Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio

HFS – História, Filosofia e Sociedade da Ciência

IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

INAF – Índice Nacional de Alfabetismo Funcional

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

INL – Instituto Nacional do Livro

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LD – Livro Didático

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC – Ministério da Educação e do Desporto

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SEAV – Superintendência de Ensino Agrícola e Veterinário

SINAES – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior

SISU – Sistema de Seleção Unificada

TDC – Texto de Divulgação Científica

UNED – Unidade de Ensino Descentralizadora

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UNESP – Universidade Estadual de São Paulo

UNICAMP – Universidade de Campinas

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZANDO O TRABALHO	18
1.1. Avaliações e indicadores para o monitoramento da qualidade de Ensino...	18
1.1.1. O SAEB e Prova Brasil	19
1.1.2. O IDEB	21
1.1.3. O ENEM	23
1.1.4. O PISA	24
1.2. Alfabetismo, Analfabetismo Funcional e Letramento Científico	27
1.2.1. Alfabetismo e Analfabetismo Funcional	27
1.2.2. Letramento Científico	29
1.3. Contextualizando o Ensino de Ciências no Brasil	31
1.3.1. Pesquisa em Ensino de Ciências e a prática docente: contextos distintos e uma possível aproximação	32
1.3.2. O Ensino de Ciências: problemas e possibilidades	33
1.3.3. O caso da componente curricular de Física	38
1.3.4. Ótica no EM: breve descrição	39
1.4. O Livro Didático (LD), o PNLD e os critérios de avaliação das coleções.....	44
2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	47
2.1. Objetivo Geral.....	52
2.2. Objetivos Específicos	52
3. JUSTIFICATIVA	54
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	57
5. PLANEJANDO E CONSTRUINDO A PROPOSTA DE TEXTO PARADIDÁTICO	63
5.1. Materiais Didáticos e os Programas Nacionais do Livro Didático.....	63
5.2. Contextualização e Interdisciplinaridade: PCNEM e PCN⁺	64
5.3. Características do Texto Paradidático Organizado	66
5.3.1. Objetivos de aprendizagem	67
5.3.2. Princípios Pedagógicos.....	67
5.3.3. Linguagem.....	70
5.3.4. Selecionando um Tema e algumas Unidades Temáticas.....	72
5.3.5. Os PCNEM e o PCN ⁺ e os materiais paradidáticos.....	73
6. ABORDAGEM METODOLÓGICA	78

7. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES	133
Apêndice A – Questionário de Opinião	133
Apêndice B – Proposta de Texto Paradidático de Apoio com Enfoque CTS	141
Apêndice C – Roteiro para a entrevista semi-estruturada	158
Apêndice D – Histogramas associados às respostas do Questionário de Opinião	168
ANEXO	168
Anexo – Parecer circunstanciado do Comitê em Ética e Pesquisa	168

1. CONTEXTUALIZANDO O TRABALHO

Discorre-se, ao longo deste capítulo, sobre alguns sistemas, exames, programas de avaliação, em larga escala, e indicadores que servem ao monitoramento do sistema educacional brasileiro.

Nesse sentido, faz-se um breve levantamento dos problemas e possibilidades acerca do Ensino de Ciências, do Ensino de Física e um breve recorte dele, o Ensino de Ótica.

Ainda no sentido de se buscar informações relacionadas ao processo de aprendizagem em Ciências a partir de materiais, em geral, utilizados como única fonte de consulta, como o Livro Didático (LD), tanto pelo professor quanto pelo aluno, ao final do capítulo é apresentada uma visão panorâmica das limitações detectadas em Livros Didáticos (LD), sobretudo relacionados ao Ensino de Ciências, apontadas por alguns autores. Também são apresentados alguns critérios de avaliações dos LD, de acordo com o Catálogo do Programa Nacional do Livro para Ensino Médio de Física (PNLEM).

1.1. Avaliações e indicadores para o monitoramento da qualidade de Ensino do Sistema Educacional Brasileiro

No Brasil, sobretudo nos últimos anos, tem-se insistido numa ampla divulgação das informações, produzidas por indicadores e procedimentos de avaliação externos à Escola, em larga escala, e indicadores referentes à Educação Básica. Essas formas de monitoramento, além de centralizadas, têm focalizado o rendimento do aluno e o desempenho dos sistemas de ensino.

Para Coelho (2008), a aprendizagem em Língua Portuguesa e em Matemática dos estudantes, em nível básico de educação, nos segmentos do ensino fundamental e do ensino médio, tem sido avaliada e seus resultados têm sido insatisfatórios ao longo dos últimos anos.

Segundo o autor, esses resultados

[...] alimentam polêmicas em diferentes espaços e, sobretudo na mídia, acerca das políticas públicas e da gestão educacional. Essa situação assume contornos diferentes quando compreendemos como a avaliação se inseriu historicamente na gestão do sistema educacional brasileiro. (COELHO, 2008, p. 230)

A isso, soma-se a deficiência sinalizada também quanto à formação científica de alunos da Educação Básica, e que pode ser percebida em resultados de alguns sistemas, programas de avaliações externas à Escola em larga escala, indicadores e exames como: (1) a Prova Brasil; (2) o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB); (3) o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB); (4) o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); e (5) o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), da sigla, em Inglês, *Programme for International Student Assessment*.

Propõe-se discorrer, nas próximas linhas, uma espécie de abordagem panorâmica sobre cada um desses sistemas ou programas de avaliação para se comentar, em seguida, como têm evoluído aspectos ligados à qualidade da Educação Básica, contemplando não apenas a Língua Portuguesa e a Matemática, mas também a Educação Científica no Brasil.

1.1.1. O SAEB e a Prova Brasil

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e a Prova Brasil constituem-se avaliações em larga escala para diagnóstico. Ambos foram desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e têm como objetivo avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro ao se utilizar testes padronizados, questionários socioeconômicos, percepção dos professores, entre outros.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) foi a primeira iniciativa no país, em larga escala, no sentido de estabelecer padrões e critérios para o monitoramento da qualidade de ensino do sistema educacional brasileiro e começou a ser desenvolvido no final dos anos 80, sendo criado, em 1988.

Aplicado pela primeira vez, em 1990, surgiu para levantar dados sobre a Educação em diferentes regiões geográficas e nos estados brasileiros. Para Vieira (2008), o propósito principal é o de “avaliar a qualidade, equidade e eficiência do ensino e da aprendizagem” (VIEIRA, 2008, p. 115), no Brasil.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) foi a primeira iniciativa brasileira no sentido de conhecer a fundo os problemas e deficiências do sistema educacional, para orientar com maior precisão as políticas governamentais voltadas para a melhoria da qualidade do ensino. (BECKER, 2010, p. 3)

Em 1995, o SAEB teve sua metodologia reestruturada e, atualmente, possibilita comparar os desempenhos ao longo dos anos. Desde a sua primeira avaliação, fornece dados sobre a qualidade dos sistemas educacionais do Brasil como um todo, das regiões geográficas e das unidades federadas (estados e Distrito Federal).

Em 2005, segundo a Portaria Ministerial n.º 931, de 21 de março, teve seu nome alterado para Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB). No entanto, o termo SAEB se manteve pela tradição, nas publicações e demais materiais de divulgação e aplicação desse exame. Ainda, naquele ano, a Prova Brasil (PB) foi criada com o propósito de oferecer dados mais específicos sobre os municípios e as escolas.

A partir de 2007, os dois exames, o SAEB e a PB, passaram a ser realizados em conjunto.

A figura 01, a seguir, apresenta um quadro síntese com algumas características específicas do SAEB e da Prova Brasil.

	Prova Brasil	SAEB
A quem se destina	Alunos de 5º e 9º anos do Ensino Fundamental	Alunos de 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio
Escolas participantes	Unidades públicas de áreas urbanas e rurais	Unidades públicas e privadas de áreas urbanas e rurais
Alcance	Universal – quase todos os estudantes das séries indicadas fazem a prova	Amostral - apenas uma parte dos alunos das séries avaliadas participa do exame
Aplicação	Quase todos fazem a Prova Brasil	Uma parcela das escolas participantes compõe os resultados do SAEB

Figura 01 - Síntese: SAEB e Prova Brasil (com adaptações em relação à Fonte)

Fonte: Revista Nova Escola.

Disponível em <http://revistaescola.abril.com.br/politicas-publicas/prova-brasil-como-preparar-escola-638494.shtml>
Acesso em 14/09/2011

O SAEB tem como principais objetivos: (a) oferecer subsídios à formulação, reformulação e monitoramento de políticas públicas e programas de intervenção ajustados às necessidades diagnosticadas nas áreas e etapas de ensino avaliadas; (b) Identificar os problemas e as diferenças regionais do ensino; (c) Produzir informações sobre os fatores do contexto socioeconômico, cultural e escolar que influenciam o desempenho dos alunos; e (d) Proporcionar aos agentes educacionais e à sociedade uma visão clara dos resultados dos processos de ensino e aprendizagem e das condições em que são desenvolvidos.

Além disso, as médias de desempenho nas avaliações da PB e do SAEB subsidiam, ao lado das taxas de aprovação, o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), índice a ser descrito nas próximas linhas.

1.1.2. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)

Em meio ao crescente número de educadores, gestores e formuladores de políticas educacionais, que concordam com a necessidade de se estabelecer padrões e critérios que permitam monitorar o sistema de ensino no Brasil, criou-se o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), em 2007, considerado importante instrumento para medir e monitorar permanentemente a Educação Básica, em relação às metas estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC).

Seu cálculo considera o desempenho do estudante em avaliações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), bem como as taxas de aprovação.

Ele combina dois indicadores usualmente utilizados para monitorar nosso sistema de ensino: a) indicadores de fluxo (promoção, repetência e evasão) e b) pontuações em exames padronizados obtidas por estudantes ao final de determinada etapa do sistema de ensino (4^a e 8^a séries do ensino fundamental e 3^o ano do ensino médio). (FERNANDES, 2007, p. 5).

Em 2008, esse indicador classificou o Ensino Básico público, no Brasil, numa escala que vai de 0 a 10 pontos, com média situada no intervalo de 3,2 a 4,0 pontos (BRASIL, 2008c).

Essa situação no estado de Goiás, onde se desenvolveu o presente estudo, não é muito diferente da realidade das demais unidades federativas.

Segundo a notícia veiculada no portal da correspondente Secretaria de Educação,

[...] o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) no Estado de Goiás acompanhou o crescimento dos índices nacionais, mostrando avanços significativos nas séries iniciais e finais do Ensino Fundamental. A média das séries iniciais passou de 4,1 em 2005 para 4,3 em 2007, superando a média nacional e a meta para 2007, que era de 4,2. Nas séries finais, a nota subiu de 3,5 em 2005 para 3,8 em 2007, que foi também a média nacional, superando as metas de 3,5 para 2007, e de 3,7 para 2009 em Goiás. As médias nacionais foram de 4,2 nas séries iniciais e de 3,8 nas séries finais do Ensino Fundamental e de 3,5 no Ensino Médio. (GOIÁS, 2008)

Esses dados mostram alarmantes indicadores de reprovação em todos os níveis da Educação Básica, revelando um panorama geral preocupante.

1.1.3. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

Segundo Peixoto e Linhares (2007), O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 pelo MEC com o propósito de avaliar as habilidades e competências dos estudantes concluintes do Ensino Médio (EM). Para Ramos (2001), o ENEM também se presta a “aferir o desenvolvimento das competências fundamentais ao exercício da plena cidadania.” (RAMOS, 2001, p. 143).

O exame também é utilizado como instrumento de auxílio nos processos seletivos para ingresso em instituições de ensino superior.

A partir do resultado obtido nesse exame, os estudantes são inscritos no Sistema de Seleção Unificada (SISU) e podem pleitear vagas em instituições públicas de ensino superior em todo o país. Além disso, o estudante pode lançar mão do seu resultado obtido no ENEM, para solicitar a certificação de conclusão do Ensino Médio (EM). Para obter o certificado, o interessado precisa ter completado, no mínimo 18 anos, ter concluído o Ensino Fundamental e obter, pelo menos, 400 pontos em cada uma das quatro provas. Na redação, é necessário obter nota não inferior a 500.

Segundo o INEP, em 2010, 4.626.094 estudantes fizeram o ENEM. O exame foi composto por redação e provas objetivas, em quatro blocos do conhecimento: linguagens, códigos e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias; e matemática e suas tecnologias.

A reportagem de Lima (2011), veiculada em 12 de setembro de 2011, no G1 - portal de notícias da Rede Globo de televisão - faz alusão a um incremento de 10 (dez) pontos percentuais, na média do desempenho dos estudantes, comparada ao exame aplicado no ano anterior.

[...] De acordo com Haddad, “o Brasil, na média, melhorou, isso nós sabemos. E para o Brasil ter melhorado, como 88% da matrícula é de ensino médio público, não há como o ensino público não ter melhorado”. A nota média nas provas objetivas passou de 501,58 pontos para 511,21 pontos em 2010. “Não teríamos um incremento de dez pontos, como tivemos, se a rede pública não tivesse melhorado seu desempenho. Agora resta saber se as desigualdades diminuíram, é isso que nós vamos estudar neste momento”, completou o ministro. “Na média nacional, houve uma melhora dos estudantes em todas as disciplinas, houve uma melhoria da qualidade, mesmo considerando o fato que mais alunos fizeram a prova”,

disse Haddad. O ministro afirmou que, a partir dos resultados, vai ser verificado o que é preciso modificar nas políticas públicas para que as médias continuem aumentando e as desigualdades se reduzindo. (LIMA, 2011, p. 1)

Mesmo com o referido incremento de 10 (dez) pontos, nessa média, como afirma textualmente o ministro, entendemos que o avanço, nesse sentido, ainda é tímido e que as políticas públicas educacionais, bem como a prática educativa, necessitam de mudanças.

1.1.4. O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)

Dentre os indicadores de desempenho, apresentados anteriormente, vale destacar o PISA, que é um programa internacional de avaliação comparada, também em larga escala, cuja finalidade é a de buscar indícios sobre a efetividade dos sistemas educacionais. Nele, alunos na faixa dos 15 anos têm seus desempenhos avaliados numa idade que, em geral, encerram a escolaridade básica.

É um programa desenvolvido e coordenado internacionalmente pela Organização para Cooperação e desenvolvimento Econômico (OCDE), do inglês *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* (BRASIL, 2011).

Para cada país participante, há uma coordenação nacional. No caso do Brasil, cuja participação no programa é voluntária, o PISA é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), e permite situá-lo dentro de um contexto internacional, em relação ao letramento² dos estudantes.

As avaliações do PISA ocorrem a cada três anos e abarcam três áreas distintas, que são: a Leitura, a Matemática e as Ciências. Em cada edição, embora as três áreas sejam avaliadas, o foco recai principalmente sobre uma delas.

Em 2000, o foco era a Leitura; em 2003, a principal área abordada foi a Matemática e em 2006, a avaliação teve ênfase em Ciências, completando o ciclo. Assim, em 2009, quando se dá início a um novo ciclo de avaliações, o foco recaiu na Leitura.

² Termo apresentado e discutido na página 31.

Alguns elementos avaliados pelo PISA, tais como o domínio de conhecimentos científicos básicos, já fazem parte do currículo escolar. No entanto, o PISA vai além desse conhecimento escolar, ao examinar outras capacidades dos alunos, como a de análise, raciocínio e reflexão ativa sobre seus conhecimentos e experiências, além de focar competências consideradas relevantes para suas vidas.

Em 2003, participaram do PISA 250 mil adolescentes com 15 anos de idade em 41 países, sendo 30 deles membros da OCDE e os demais convidados. Da América Latina, participaram Brasil, Uruguai e México. O Brasil obteve nessa edição 389,6 pontos.

Em 2006, o Brasil participou pela terceira vez do programa ao lado de outros cinco países da América Latina, quais foram: Argentina, Chile e Colômbia, além de Uruguai e México. Naquele ano, a pesquisa analisou as habilidades de 400 mil estudantes, na faixa dos 15 anos, em 57 países e o Brasil foi listado como o quarto pior no ranking em Matemática. Com respeito ao ensino de Ciências, obteve 390,3 pontos, o que equivale a dizer que ficou em 52º lugar.

O professor Nélio Bizzo, titular de metodologia do ensino da ciência na USP, ao se referir ao PISA 2006, comenta que se atribui “os baixos resultados do Brasil à cultura da memorização de nomes científicos e tabelas periódicas” (MATUCK, 2007, p. 1).

Vários estudos, como o do economista Carlos Langoni, do início da década de 1970 e ainda como os do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), mostram que a educação aparece como a “principal determinante do nível geral da desigualdade salarial observada no Brasil [...]” (BARROS, HENRIQUES & MENDONÇA, 2002, p. 21) e “[...] aparenta responder, de forma significativa, pelo excesso de desigualdade do país em relação ao mundo industrializado” (BARROS *et al.* 2002, p. 4).

A comparação da realidade brasileira com a experiência internacional confirma esse fraco desempenho de nosso sistema educacional nas últimas décadas. O Brasil apresenta um atraso, em termos de educação, de cerca de uma década em relação a um país típico com padrão de desenvolvimento similar ao nosso. (BARROS *et al.* 2002, p. 4)

As evidências de que o ensino de Ciências no Brasil não anda bem não são poucas. Além de bem fundamentadas pelos vários mecanismos de avaliação externa à Escola e os indicadores, anteriormente citados, essa penúltima avaliação do PISA, em 2006, procurou avaliar o domínio de competências e habilidades científicas de estudantes de diversos países e seus resultados, para o país, são pouco animadores.

Em 2009, de acordo com a matéria publicada pelo Jornal da Ciência, em 07 de dezembro de 2010, detectou-se um ligeiro avanço:

(...) participaram 65 países. Na média entre as três disciplinas o Brasil atingiu 401 pontos - foi a terceira maior evolução entre os participantes do período 2000-2009. A meta estabelecida pelo próprio Ministério da Educação (MEC) é chegar a 473 pontos em 2021. (CIEGLISNKI, 2010, p. 1)

O fato de que o ensino de Ciências no Brasil não evolui a passos largos, também é estampada pelos canais de notícias internacionais. A exemplo, citamos a forma como o *The Economist* se refere aos resultados obtidos pelo Brasil na avaliação do PISA, em 2009, ao noticiarem a manchete:

Education in Brazil. No longer bottom of the class. Weak and wasteful schools hold Brazil back. But at least they are getting less bad (EDUCATION, 2010, p.1)

A manchete faz referência à educação no Brasil sugerindo ao leitor que ela está “menos pior”. Esse modo de se referir à educação no Brasil significa dizer que ela ainda está ruim.

Os resultados obtidos pelo Brasil nas três últimas edições do PISA, ou sinalizam uma tendência à ideia de estagnação quanto a esse ensino, ou nos revelam uma evolução bastante branda.

Os argumentos utilizados para esclarecer esse fracasso, segundo Oliveira e Simon (2002), variam de tempos em tempos. Há momentos em que a culpa é das más condições de vida dos alunos brasileiros. Em outros, a culpa recai sobre os pais dos estudantes, que não dão o necessário apoio para o bom desempenho escolar de seus filhos. Em outras situações, a culpa passa a ser do professor que, afinal, não foi devidamente formado.

Então, isso pode sugerir que a culpa é dos cursos de formação ou é da escola, da falta de materiais, estrutura física e financiamentos. O bode expiatório também, em muitos casos, recai sobre a má qualidade do material didático.

Qualquer uma das análises acima é reducionista. O problema do fracasso escolar é grave e precisa ser visto a partir de todos os ângulos que compõem a questão.

Neste trabalho, defende-se a ideia de que não existe uma única causa para o fracasso de nossos alunos, mas uma soma de problemas e pretende-se, aqui, tratar de um deles: apoio ao material didático.

E é justamente no ensino de Ciências, especificamente na aprendizagem de conceitos relacionados à luz e ao *LASER*, objetos de estudo da Ótica e suas aplicações, que residem os esforços de se propor a construção e a aplicação de um texto paradidático, com enfoque CTS, como sugestão de um material de apoio ao livro didático, a partir de sua leitura e discussão em sala de aula.

A seguir são apresentados alguns termos como alfabetismo, analfabetismo funcional e letramento científico, bem como as correspondentes evoluções conceituais de acordo com a literatura.

1.2. Alfabetismo, Analfabetismo Funcional e Letramento Científico

1.2.1. Alfabetismo e Analfabetismo Funcional

Para dar continuidade a essa breve introdução, alguns termos com significados distintos merecem destaque, são eles: (1) alfabetismo; seu antagônico (2) analfabetismo; e (3) letramento.

Neste item são apresentados esses termos e as correspondentes dinâmicas vinculadas à evolução conceitual de cada um.

Ainda, raciocinando acerca de indicadores, não diferentemente e, em particular, o Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional (INAF), advindo de

pesquisas que vêm sendo realizadas pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), desde 2001, presta-se a medir os níveis de *alfabetismo funcional* dos brasileiros adultos.

Para Ribeiro (1997), o termo *alfabetismo funcional* teve sua origem nos Estados Unidos na década de 1930 e foi utilizado pelo exército norte-americano durante a Segunda Guerra. Àquela época, o termo indicara “a capacidade de entender instruções escritas necessárias para a realização de tarefas militares (CASTELL; LUKE; MACLENNAN, 1986, *apud* RIBEIRO, 1997).

Foi a partir disso que a expressão passou a ser utilizada para indicar

[...] a capacidade de utilizar a leitura e a escrita para fins pragmáticos, em contextos cotidianos, domésticos ou de trabalho, muitas vezes colocado em contraposição a uma concepção mais tradicional e acadêmica, fortemente referida a práticas de leitura com fins estéticos e à erudição (RIBEIRO, 1997, p. 145).

Essa mesma autora, ao se referir às utilizações do termo e seu antagônico, escreve a partir do que a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) propõe como definição do termo.

[...] A ampla disseminação do termo analfabetismo funcional em âmbito mundial deveu-se basicamente à ação da UNESCO, que adotou o termo na definição de alfabetização que propôs, em 1978, visando padronizar as estatísticas educacionais e influenciar as políticas educativas dos países-membros. A definição de alfabetização que a UNESCO propusera em 1958 fazia referência à capacidade de ler compreensivamente ou escrever um enunciado curto e simples relacionado à sua vida diária. Vinte anos depois, a mesma UNESCO proporia outra definição, qualificando a alfabetização de funcional quando suficiente para que os indivíduos possam inserir-se adequadamente em seu meio, sendo capazes de desempenhar tarefas em que a leitura, a escrita e o cálculo são demandados para seu próprio desenvolvimento e para o desenvolvimento de sua comunidade. O qualitativo funcional insere a definição do alfabetismo na perspectiva do relativismo sociocultural. (RIBEIRO, 1997, p. 147).

Assim, segundo a definição dada para o termo, em 1958, pela UNESCO, analfabeto pode ser entendido como um indivíduo que não consegue ler ou escrever algo simples e que, em 1978, a mesma UNESCO assume a definição de alfabetismo funcional.

Segundo a manchete do dia 19 de janeiro de 2010, veiculada no jornal “O Estado de São Paulo” (AKITA, 2010), em sua versão *online*, revela que a:

Qualidade da educação no Brasil ainda é baixa, aponta UNESCO [...] Com índices de repetência e abandono da escola entre os mais elevados da América Latina, a educação no Brasil ainda corre para alcançar patamares adequados para um País que demonstra tanto vigor em outras áreas, como a economia. Segundo o Relatório de Monitoramento de Educação para Todos de 2010, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), a qualidade da educação no Brasil é baixa, principalmente no ensino básico (AKITA, 2010, p. 1).

Ainda, segundo o relatório da UNESCO, para o cumprimento de metas sobre acesso e qualidade de ensino, o Brasil ocupa a 88ª posição em um *ranking* de 128 países.

Dados do INAF apontaram, em 2005, que o percentual de pessoas que possuíam até a 4ª série do ensino fundamental chegou a 38% da população brasileira e era, em 2003, 45%. O percentual, para os estudantes que cursavam de 5ª a 8ª séries, manteve-se no patamar de 27%. No nível médio de ensino, o indicador que era de 20% passou a 26% e, em nível superior, passou-se de 8% para 10%.

Essas flutuações nos indicadores de alfabetismo sinalizam que houve uma evolução no número de matrículas na educação formal do cidadão brasileiro. Houve mudança em nível de escolaridade e, mesmo assim, não se pode afirmar que esse fato, necessariamente, implicou mudanças nos níveis de Alfabetismo Funcional.

1.2.2. Letramento Científico

Segundo Zimmermann e Mamede (2005), “a Ciência é uma das áreas do conhecimento humano de menor acesso ao público em geral”. As autoras asseveram que, “no caso da Ciência, a grande maioria da população lhe tem horror e, de tanta aversão, nem mesmo quer entendê-la” (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005, p. 1).

Diante do rápido progresso científico e tecnológico, torna-se inevitável a sociedade ter acesso ao Ensino de Ciências e essa é uma das razões pela qual as autoras defendem o chamado *letramento científico*.

O conceito de *letramento* surge no início dos anos 80 a partir de preocupações distintas, em diversos contextos, mas referia-se a uma mesma questão, a do uso social da linguagem escrita.

Zimmermann e Mamede (2005) também chamam a atenção para os processos da alfabetização e do letramento. Segundo as autoras, esses processos guardam especificidades, uma vez que se referem a elementos distintos. “A alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social” (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005, p. 2).

As autoras, depois de conceituarem os termos Alfabetismo e Letramento científicos, sinalizam como papel da escola, relativo ao ensino de Ciências e da Tecnologia, o de

[...] letrar científica e tecnologicamente a população para que cada indivíduo seja capaz de resolver problemas práticos que envolvem C&T no seu dia a dia, ter consciência sobre os seus usos e aprimorar seus conhecimentos. Consequentemente, se o letramento científico envolve a capacitação de futuros adultos com relação a algumas de suas eventuais preocupações como cidadãos, sua adoção como um objetivo educacional leva a consequências, profundas e radicais, na organização, pedagogia e conteúdo da educação científica e tecnológica escolar (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005, p. 3).

Nesse contexto, pessoas com nível de alfabetismo funcional insuficiente têm prejudicada a capacidade de combinar o conhecimento científico com a habilidade de tirar conclusões baseadas em evidências, de modo a compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural.

Ao exposto, depreende-se que pessoas com letramento científico insuficiente tendem a se comportar, na sociedade moderna, sobre os conhecimentos mais básicos de Ciência e Tecnologia (C&T), com baixos níveis de pensamento crítico, além de baixa resistência a recepcionarem informações sem base científica, uma vez que encontrariam dificuldades de pensarem em soluções para problemas práticos relacionados à Ciência e Tecnologia no dia a dia delas.

Na próxima seção, serão resgatados alguns dos problemas apontados no Ensino de Ciências, perpassando pelos relacionados ao ensino-aprendizagem em Física e, em especial, a tópicos da ótica vinculados à luz e ao *LASER*.

1.3. Contextualizando o Ensino de Ciências no Brasil

Notadamente, muitos são os problemas relacionados à Educação no Brasil. Estreitando a análise, este trabalho se preocupará com aspectos relacionados ao Ensino de Ciências.

Entre os aspectos antes mencionados focaremos, em especial, o Ensino de Física e questões do tipo: de que forma, com base na concepção dos alunos em nível médio de escolarização, enquanto leitores críticos do material trabalhado – o texto paradidático produzido com enfoque CTS – com propósitos de um ensino contextualizado, pode influenciar a aprendizagem de conceitos de Ótica, em aulas de Física?

Algumas reflexões são feitas, nas próximas linhas, sobre possíveis aspectos relacionados a essa pergunta. Para tanto, são analisados alguns aspectos históricos da educação científica brasileira e, na sequência, enumerados alguns dos problemas apontados pela pesquisa em Ensino de Ciências e de Física.

Krasilchik (2000) apresenta uma revisão histórica das propostas de reforma do ensino de Ciências ao longo dos últimos anos. Esse estudo ilustra os caminhos percorridos pelos inúmeros projetos desde a reforma do ensino de Ciências nos órgãos normativos, como parte de políticas públicas, até o dia a dia das salas de aula.

A autora relata que, na década de 1950, as Ciências e a Tecnologia foram reconhecidas como imprescindíveis para o desenvolvimento econômico, cultural e social, razões pelas quais foram registrados muitos movimentos de transformação do ensino.

Para ela, no Brasil, ainda na década de 1960, havia necessidade de uma demanda de investigadores que impulsionassem o progresso da ciência e tecnologia nacionais.

Também nos diz que a Lei 4.024, de 1961, das Diretrizes e Bases da Educação, promoveu uma mudança na concepção do papel da escola que passa a ter a responsabilidade da formação cidadã de todos, fato que privilegia o método científico e contribui para o aumento da carga horária em disciplinas como Física, Biologia e Química.

Com a criação da Lei Federal 5.692, de 1971, a educação básica obrigatória de 4 (quatro) anos estende-se para 8 (oito), além de estabelecer as regras básicas da educação supletiva. Essa lei implica divisões das funções educacionais, como: suplência; suprimento; aprendizagem e qualificação.

A suplência refere-se à reposição de escolaridade. O suprimento é relativo ao aperfeiçoamento ou à atualização e, por fim, a aprendizagem e qualificação que se referem à formação direcionada ao trabalho e à profissionalização.

Ainda, segundo Krasilchik (2000), a partir da aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação número 9.394, de 1996, esperava-se, como consequência, uma educação escolar vinculada a aspectos do trabalho e à prática social, além de uma formação básica do cidadão na qual se garantisse o domínio da escrita, da leitura, do cálculo, do ambiente, do sistema político, da tecnologia, das artes e de valores que fundamentam a sociedade.

A autora assevera que a tentativa de se colocar em prática a legislação deu-se por meio de documentos oficiais com as seguintes denominações: parâmetros, diretrizes curriculares e indicativos políticos.

Após analisar as transformações educacionais, para o período de 1950 a 2000, a autora conclui enfatizando que ainda há manutenção de um ensino precário com professores que enfrentam problemas na escola, como: (1) sobrecarga; e (2) falta de recursos.

Assumindo os materiais didáticos e de apoio como importantes e indispensáveis constituintes do total de recursos, estes apontados por Krasilchik (2000) como um dos problemas enfrentados pelos professores, justifica-se, neste trabalho, explorar a problemática da falta de recursos e, em especial, os relacionados a materiais para instrumentação do ensino de Física.

1.3.1. Pesquisa em Ensino de Ciências e a prática docente: contextos distintos e uma possível aproximação

Numa outra dimensão, parece haver certo descompasso entre a prática científica e seu ensino.

Rezende e Ostermann (2005), em um trabalho dedicado à discussão da integração entre pesquisa em Educação em Ciências e prática docente, comentam que Millar e Hames (2003), com o intuito de aumentar o impacto da pesquisa sobre a prática docente, propuseram o desenvolvimento de uma abordagem menos vertical.

Ao invés de comunicar resultados de pesquisa a professores, os autores sugerem disponibilizar

[...] uma coleção de instrumentos e ferramentas utilizada pelos pesquisadores para que os professores pudessem coletar evidências da aprendizagem dos estudantes. (MILLAR; HAMES, 2003, *apud* REZENDE; OSTERMANN, 2005, p. 318).

Assim, se o professor utiliza esse procedimento, as autoras acreditam que facilitaria o diagnóstico das próprias aulas e, com isso, melhoraria o impacto da pesquisa sobre a prática do professor.

Também, com propósitos de aproximar a pesquisa da prática escolar, Delizoicov (2004) *apud* Rezende e Ostermann (2005) sugere sintonizar problemas enfrentados pelas escolas e pela educação brasileira com as questões de pesquisa.

Esse autor propõe incorporar nas publicações, discussões a respeito de possíveis impactos educacionais, como: motivações, pretensões, implicações, mesmo em casos nos quais não se consegue identificar o contexto de suas possíveis implementações.

Destaque-se que Delizoicov (2004) admite a complexidade dessa relação, além de questionar o papel desempenhado pelos resultados da pesquisa em Educação em Ciências cuja origem tem um contexto diferente da realidade onde se pratica a docência.

1.3.2. Ensino de Ciências: problemas e possibilidades

Quando o assunto é Ensino de Ciências e/ou o Ensino de Física, alguns problemas merecem destaque: (1) ensino de Ciências e/ou de Física e/ou de ótica descontextualizados (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001. SANTOS, 2007. BRASIL,

2008a); (2) rigidez curricular (NUNES, 2006. MUENCHEN; AULER; SANTINI; GRIEBELER; FORGIARINI; GEHLEN, 2004); (3) fragmentação (KAWAMURA; HOSOUME, 1992. CASTRO; CARVALHO, 1995. CARVALHO; BARROS, 1998. GIRCOREANO; PACCA, 2001. NUNES, 2006. MUENCHEN *et al.*, 2004. MUENCHEN; AULER, 2007); (4) Desmotivação, falta de significado atribuído aos conteúdos desenvolvidos (MUENCHEN *et al.*, 2004); (5) matematização em excesso (SILVA; TAVARES JR. 2005. ANJOS; CABALLERO; MOREIRA, 2010); (6) dificuldade da aplicação de conhecimentos científicos na resolução de problemas (SANTOS; MORTIMER, 2000); (7) A escassa integração de diferentes tipos de conhecimentos, sejam eles científicos, sociais, pessoais, na formulação dos conteúdos (PORLAN; RIVERO, 1998 *apud* REZENDE; LOPES; EGG, 2004); (8) escassa abordagem temática interdisciplinar (MUENCHEN *et al.*, 2004).

Para a prática de professores de Ciências, Porlán e Rivero (1998) *apud* Rezende, Lopes e Egg (2004), apontam os seguintes problemas:

a) a escassa integração de diferentes tipos de conhecimentos (científicos, sociais, pessoais, metadisciplinares) na formulação dos conteúdos; b) o grau de flexibilidade do plano de atividades, por vezes muito detalhado, fechado e rígido e em outro extremo, pouco detalhado e totalmente aberto; c) a visão simplificadora da avaliação entendida ora como uma medição objetiva do grau de entendimento acadêmico dos alunos ora como uma impressão subjetiva sobre as atitudes e o esforço do aluno. (PÓRLAN; RIVERO, 1998, *apud* REZENDE; LOPES; EGG, 2004, p. 188)

Com respeito ao problema da descontextualização, no Ensino de Ciências e/ou de Física, com base na literatura e na nossa experiência pessoal, na qual durante anos atuamos no Ensino de Física, em nível médio e superior, observamos que frequentemente os alunos têm manifestado o desinteresse pela disciplina sob algumas alegações. Reclamam, por exemplo, da falta de situações do dia a dia que lhes permitam fazer conexões com a Física apresentada em sala de aula e sua vida cotidiana. Também, mencionam considerável dificuldade em acompanhar a matéria e completam dizendo que isso se dá pela falta de interesse e de motivação, já que não conseguem fazer tais conexões com o cotidiano. Segundo esses estudantes, conseqüentemente, não veem utilidade acerca do que se pretende ensinar em Física. Isso denota dois mundos excludentes, a saber: o Escolar e o Real.

Em Lorenzetti e Delizoicov (2001) é possível encontrar consonância entre o acima descrito e suas pesquisas. Os alunos não são ensinados a fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com os assuntos de suas vidas. “Os educadores deveriam propiciar aos alunos a visão de que a ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado de sua realidade”. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.7).

Acerca da realidade distante das intenções estabelecidas pelas Políticas Públicas, conforme sugerido nas projeções do IDEB (BRASIL, 2008c), essa surge como reflexo de uma série de problemas vivenciados pelos professores de Física, na rede pública de ensino, tais como a apresentação da Física de forma enfadonha, descontextualizada e fragmentada.

Sobre a rigidez curricular, entendemos que hoje a escola precisa abandonar a visão tecnocrática e a perspectiva positivista, uma vez que a dinâmica do conhecimento científico, na sociedade moderna, não se manifesta com conhecimentos feitos, convertidos em produtos acabados, colocados em manuais escolares e que devem ser decorados a partir de regras inúteis.

Nunes (2006), em sua dissertação de mestrado, comenta como a LDB estabelece uma possível abertura para a flexibilização do currículo.

A abertura para o desenvolvimento de um currículo flexível passa, em parte, pelo estabelecido pela LDB 9394/96, em seu Art. 3º, parágrafos X e XI, que garantem, respectivamente, a “valorização da experiência extra-escolar” e a “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais”, como princípio (NUNES, 2006, p. 40)

A permanente mudança do conhecimento científico não mais se compatibiliza com um sistema de ensino cuja ênfase se ancora na rigidez curricular.

Face o exposto, defende-se no presente estudo que, na Escola, as atividades de ensino-aprendizagem não se esgotem nas disciplinas elencadas pelo currículo.

Textos paradidáticos permitem uma abordagem não linear da Ciência, além de possibilitar abordagens interdisciplinares e/ou transdisciplinares, que transcendam a rigidez dos currículos atuais.

Anjos, Caballero e Moreira (2010) fazem análises de conteúdos presentes em livros didáticos de Física, com destaque às obras do Programa Nacional do Livro

Didático (PNLD) para o Ensino Médio, acerca do tratamento dispensado, em coleções analisadas, às equações matemáticas.

Os autores sinalizam

[...] entre outras coisas, que a maneira como são tratadas as equações matemáticas nos textos didáticos pode se constituir em obstáculo pedagógico para o aprendizado significativo dos saberes físicos, uma vez que essas equações são de fundamental importância para o ensino da Física. Elas são usadas, pelos estudantes, como representações simbólicas que dão significado aos conceitos. (ANJOS; CABALLERA; MOREIRA, 2010, p. 1)

Esses autores salientam ainda que as pesquisas em Ensino de Física têm apontado que, nos livros didáticos, os conteúdos de Física são apresentados dando-se ênfase às equações matemáticas, ao passo que os conceitos científicos são deixados à margem e descaracterizados quanto ao processo histórico e epistemológico de sua elaboração (*op. cit.* p. 3) e seguem afirmando que

[...] o entendimento puramente matematizado de uma expressão consiste em apenas dar ao estudante um instrumento de cálculo em detrimento do aspecto fenomenológico que ela própria descreve. A ênfase, portanto, é na equação matemática que, apresentada como uma espécie de síntese dos conteúdos, mostra-se, de forma equivocada, como um instrumento capaz de responder questões, resolver situações-problema e até mesmo elucidar a fenomenologia (ANJOS; CABALLERA; MOREIRA, 2010, p. 3)

Ainda nessa direção, os autores mencionam que

[...] urge a necessidade de elaborar e implementar estratégias de exposição didática nos livros de Física que favoreçam aos estudantes a elaboração de representações, permitindo-lhes ressignificar as equações matemáticas como uma linguagem especial, de poder preditivo e, por conseqüência, muito além de simples fórmulas ou receitas para resolução de questões (*op. cit.* p. 11)

Tal como sugerido pelos autores, parece-nos haver um consenso sobre a necessidade de elaboração e de implementação de estratégias à exposição didática da Física apresentada pelos livros textos que, segundo a pesquisa, dão ênfase às expressões matemáticas.

Para os autores Muenchen *et al.* (2004) e também para a pesquisadora inglesa Solomon (1995) *apud* Muenchen *et al.* (2004), é possível promover maior

motivação dos alunos em relação à aprendizagem de Física, por meio de abordagens relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade.

[...] Quanto à desmotivação, dimensão, no nosso entender, relacionada à desvinculação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”, ficou bastante caracterizado um aspecto apontado pela professora/pesquisadora inglesa Solomon (1995), quando esta constata que, sendo contempladas interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, alunos que nunca haviam demonstrado interesse, passam a considerar importante tal estudo. Neste sentido, em nosso trabalho, vários alunos, considerados problemáticos no contexto escolar, demonstraram interesse e participação antes impensável. Num caso extremo, um determinado aluno foi “convidado” a retirar-se, trocar de escola. Para a surpresa da professora de Física, integrante do Grupo de Estudos Temáticos em CTS, este retornava para a escola com o intuito de assistir aulas de Física (MUENCHEN *et al.*, 2004, p. 5).

De acordo com Rezende e Ostermann (2005), existem outros problemas encontrados pelos professores de Física, na rede pública de ensino, que foram categorizados por elas como “condições estruturais”, “currículo” e “ensino-aprendizagem”.

Segundo as autoras

[...] a categoria condições estruturais diz respeito a um conjunto de significações manifestas no discurso dos professores sobre as condições de trabalho, as condições concretas da escola pública e aspectos sócio-culturais de sua clientela. Na categoria Currículo foi alocado um conjunto de temas que estão direta/indiretamente relacionados a questões atuais que preocupam os professores de ciências, principalmente trazidas pelas reformas curriculares propostas pelo MEC (BRASIL, 1998) no final da década de 90 e à atualização científica dos conteúdos e inovações curriculares. A categoria Ensino-Aprendizagem englobou temas relativos tanto a aspectos teóricos quanto práticos do trabalho do professor. Também foram agrupados nessa categoria características do aluno da escola pública, como, por exemplo, suas deficiências e falta de perspectiva profissional (REZENDE; OSTERMANN, 2005, p. 324).

Neste trabalho de investigação também foram tomados alguns problemas contributivos à reprovação em Física, relacionados à categoria *ensino-aprendizagem*.

De acordo com Rezende e Ostermann (2005), problemas relacionados à reprovação têm origem em qualquer situação na qual um indivíduo procura satisfazer uma necessidade ou realizar um objetivo.

Segundo Jonassen (1997), essa situação só implicará de fato um problema quando houver uma necessidade sentida, capaz de motivar as pessoas a buscarem uma solução com o propósito de eliminar discrepâncias entre o que se ensina e o que se aprende.

Apenas a categoria *ensino-aprendizagem* foi utilizada na execução desta pesquisa com o propósito de delimitação temática abordada. Assim, dentre os problemas identificados no trabalho de Rezende e Ostermann (2005), na análise da avaliação de cada um dos temas da categoria ensino-aprendizagem, este estudo se preocupou com alguns deles.

Os que mais se relacionaram com o foco desta investigação, foram: (1) insatisfação com os métodos tradicionais de ensino; (2) insuficiência do livro-texto; (3) atitude desfavorável do aluno, como a indisciplina, entendida neste trabalho como advinda da falta de interesse dos alunos nas aulas de Física; e (4) dificuldade do professor para contextualizar o conteúdo ao relacioná-lo a fenômenos do dia a dia.

1.3.3. O caso da componente curricular de Física

Os resultados nos sistemas e programas de avaliação vêm demonstrar o que se discute há muito tempo e as pesquisas têm apontado – a situação do Ensino de Ciências e, particularmente, o de Física, no Brasil, é dramática, como se pode extrair do trecho de um estudo intitulado, “Física para um Brasil competitivo”, encomendado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em 2007.

[...] Diversas avaliações mostram que o desempenho de nossos jovens em ciências está muito abaixo do desejado. Por exemplo, no resultado da avaliação do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) sobre o conhecimento científico, realizado em 43 países escolhidos, o Brasil ficou em 42º lugar nas aptidões científicas. Esse resultado mostra que nossos estudantes têm grande dificuldade no uso do formalismo matemático, na leitura de gráficos, na interpretação de diagramas e tabelas. Esses elementos exigem um grau de abstração que os estudantes não demonstram. Além de revelar pouco conhecimento dos fenômenos naturais e dos métodos empíricos empregados em sua investigação, nossos jovens demonstram uma compreensão muito limitada das diferentes linguagens – oral, gráfica, matemática – necessárias para a construção dos conceitos

científicos. Sabendo que nossos jovens estão sendo mal formados, devemos diagnosticar as causas para encaminhar soluções. O recente estudo sobre o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), pesquisa realizada pelo MEC, mostrou que apenas 0,2 % das escolas públicas do ensino básico de todo o País atingem o nível das escolas de países desenvolvidos. Esse é mais um alerta sobre a preocupante questão da qualidade da oferta de educação pública no Brasil (FAZZIO; CHAVES; MELO; ALMEIDA; FARIA; SHELLARD, 2007, p. 60).

1.3.4. Ótica no EM: breve descrição

A Física, apresenta-se geralmente ao longo das três séries do EM subdividida em: (1) Mecânica que, em geral, é estudada na primeira série; (2) Física Térmica, Oscilações, Ondas e Ótica, normalmente trabalhada na segunda série; e (3) Eletricidade e Magnetismo que são trabalhados na terceira série desse ensino e, dificilmente, alguns tópicos de Física Moderna, também ao longo dessa última série.

A Ótica é a parte da Física que descreve os fenômenos relacionados às ondas luminosas. Pode ainda ser apresentada como Ótica Física e Ótica Geométrica, sendo esta mais comumente estudada no EM, enquanto a primeira raramente chega a ser trabalhada nesse nível de ensino, apesar de inúmeras implicações para a vida cotidiana dos estudantes.

A Ótica Geométrica se ocupa com o estudo da luz e dos fenômenos luminosos, tais como reflexão, refração e absorção.

Em geral, os livros a apresentam numa sequência linear e fragmentada a partir de princípios, leis e fenômenos. Então, são explicados e ilustrados fenômenos relacionados a aspectos introdutórios como à absorção e à reflexão da luz.

Os fenômenos discutidos, nos LD, dentro desse escopo são: cores, formação de sombra e penumbra, eclipses, formação de imagens em espelhos planos e esféricos.

Em seguida, o fenômeno da refração é apresentado e alguns elementos óticos como dioptros, lâminas, prismas e lentes esféricas.

A reflexão total também é trabalhada e algumas de suas aplicações em fibras óticas e fenômenos como o das miragens.

As lentes, em especial as esféricas, são trabalhadas quanto aos aspectos da instrumentação para aparelhos como: máquinas fotográficas, projetores, microscópios óticos (simples como a lupa e o composto), binóculos, lunetas (terrestres e astronômicas) e a visão humana.

O olho humano é comumente apresentado, nos LD, de acordo com a seguinte sequência didática: primeiramente sob os aspectos fisiológicos, a partir da descrição dos seus principais elementos constitutivos e como estes agem para formar a imagem.

Em seguida, normalmente são abordados os defeitos visuais mais comuns como a miopia, a hipermetropia e o astigmatismo, bem como suas correções mediante utilização de lentes.

Nos LD é comum a apresentação de todos esses assuntos descritos. Em geral, essa apresentação se dá numa sequência bastante aproximada uma das outras.

Inicialmente, por meio do conceito/modelo de raio de luz, lança-se mão de construções gráficas para a obtenção de imagens. Em seguida, o estudo é desenvolvido por meio de leis e teoremas que culminam em equações matemáticas.

O termo *Ótica Geométrica* nada mais é do que uma alusão feita à parte da Matemática, a geometria plana, bastante utilizada para a descrição dos fenômenos estudados/descritos em *Ótica Geométrica*.

De acordo com Tossato (2007)

Kepler é um personagem central daquilo que se chama “óptica geométrica”, principalmente por ser ele quem estipulou as bases dessa ciência no início do século XVII. O conceito de óptica geométrica foi fruto de uma mudança de enfoque que Kepler operou nas concepções ópticas tradicionais de sua época. (TOSSATO, 2007, p. 471)

Entre os aspectos epistêmicos da *Ótica* no século XVII e sumarizados pelo autor, convém destacar aqueles relacionados à matemática e que remetem o leitor à ideia de geometria ligada ao termo *Ótica Geométrica*.

[...] no campo matemático, os trabalhos de Alhazen, continuados por Bacon, Pecham e Vitélio, que admitiram a abordagem geométrico-óptica do cone visual de Euclides e Ptolomeu, na qual o ápice do cone está no olho e a sua

base no objeto visto, desenvolvendo-a até chegar à concepção de que há uma correspondência ponto a ponto entre imagem e objeto (TOSSATO, 2007, p. 472)

É possível encontrar em Silva e Tavares Jr (2005) algumas explicações que levam a dificuldades dos estudantes. Esses autores acreditam que isso se dê por conta do elevado grau de abstração exigido à compreensão dos fenômenos óticos ou pela opção dos professores em apresentá-la recorrendo apenas à matemática.

Como já mencionado na seção anterior, os problemas no ensino da Ótica se repetem.

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significados (SILVA; TAVARES JR, 2005, p. 2).

Silva e Tavares Júnior (2005) criticam a metodologia utilizada no ensino da Ótica que, segundo eles, mostra-se totalmente ultrapassada (quadro e giz). Também, chamam a atenção para o fato de que os fundamentos básicos da Ótica são trabalhados com o aluno de uma forma totalmente fora de sua realidade.

Essa estratégia de ensino não o torna capaz de compreender a relação existente entre o que é ensinado e os fenômenos que o cercam em seu dia a dia.

Ainda com respeito à ideia fragmentada da Física, Kawamura e Hosoume (1992) apontam:

Em primeiro lugar o que é Física? É um conjunto de conceitos, leis, princípios e teorias sistematizados de forma a propiciar explicações para os fenômenos naturais, ao mesmo tempo buscando suas regularidades. Mais do que isso, esse conjunto é altamente organizado e inter-relacionado, formando um todo, algo que pode ser considerado como um corpo de conhecimentos. Queremos com isso enfatizar que ela é mais do que a soma de suas varias partes – Mecânica, Eletrostática, Eletrodinâmica etc. -, mas tem uma unidade própria, tem identidade e estrutura; cada parte desempenha sua função, articula-se com as demais, tal como as partes de um corpo ou organismo. Essa característica é importante para se contrapor à visão fragmentada que em geral está presente em seu ensino (KAWAMURA; HOSOUME, 1992, *apud* LEITE, 2008, pp. 2-3).

Essas são algumas das motivações para acreditar que o Ensino de Física deva permitir às pessoas, que têm contato com ele, uma ampla percepção de mundo articulada.

A apresentação da Ótica, em muitos casos, é feita de forma estanque e fragmentada, como já mencionado neste trabalho, como um problema geral do ensino de Ciências.

Os problemas são, em geral, apresentados numa ordem sequencial estanque, onde reflexão, refração, lentes e espelhos não aparecem ligados a um mesmo fenômeno físico e representam, cada um por sua vez, um fenômeno ou evento distinto, com características próprias e específicas (...) O objetivo da aprendizagem acaba sendo a medida de ângulos, a memorização de regras e a aplicação de fórmulas e princípios da trigonometria. A luz, nesse contexto, passa quase despercebida, com respeito as suas características e propriedades (GIRCOREANO; PACCA, 2001, pp. 28-29).

Embora fuja ao escopo deste trabalho, a dimensão histórica aparece também, na Literatura, como outro problema desse ensino e que guarda relação com a ideia de uma visão fragmentada da atividade científica.

Nessa direção, Castro e Carvalho (1995) *apud* Carvalho e Barros (1998) fazem alusão à visão distorcida e fragmentada da atividade científica, afirmando que, ignorar a dimensão histórica da Ciência,

[...] reforça uma visão distorcida e fragmentada da atividade científica, pois ao desprezar o papel do pensamento divergente e de opiniões conflitantes no processo de construção do conhecimento científico estamos subestimando a criatividade do trabalho científico (CASTRO; CARVALHO, 1995 *apud* CARVALHO; BARROS, 1998, p. 83).

Percebe-se, então, que alguns livros didáticos atuam como veiculadores de um conhecimento *sui generis*, ou seja, mais superficial, generalista, além de distorcido, e não de conhecimentos científicos, uma vez que esses materiais didáticos, em geral, são produzidos de modo a contemplar finalidades sociais próprias e, por vezes, distantes daquelas que originam a produção acadêmico-científica.

Tendo em vista os inúmeros problemas para aprendizagem de Ciências, de Física e em particular da Ótica, anteriormente discutidos, e as sugestões para se tentar atacar o problema, planejou-se e construiu-se um texto paradidático de Ótica com enfoque CTS, trabalhando especialmente fenômenos relacionados à luz, ao *LASER*.

Construiu-se o material problematizando-se e discutindo-se alguns fenômenos ondulatórios, presentes no estudo da Ótica Física, como a difração e a interferência e trabalhando-se algumas de suas aplicações tecnológicas.

Pensando-se numa estratégia de ensino voltada para sua leitura, interpretação e discussão, aplicou-se esse texto paradidático, em uma única turma da 2ª série do Ensino Técnico, integrado ao Médio.

Foi, portanto, produzido e aplicado um texto paradidático de apoio ao LD adotado.

Nesse texto, pretendeu-se trabalhar aspectos da Ótica de forma menos matematizada, uma vez que, em geral, alguns livros didáticos já o fazem de maneira satisfatória.

Além disso, apresentou-se um texto enfocando aplicações desse conhecimento científico, ou seja, da Ótica, em especial da Luz e do *LASER*, bem como algumas aplicações tecnológicas e suas implicações com vistas a aproximar a Física escolar, presente no “mundo escolar”, da Física aplicada ao “mundo real”. Isso, a nosso ver, implica favorecimento de uma formação cidadã.

Embora não se tenha pretendido trabalhar, em profundidade, aspectos da história e filosofia da Ciência, ao longo do texto paradidático, tentou-se mostrar, sobretudo durante as discussões com os alunos, informações acerca da construção do conhecimento científico, tecnológico e social, com o firme propósito de minimizar a falsa ideia de que a Ciência se encontra finalizada, acabada ou estanque.

Nesse sentido, defende-se neste trabalho, a avaliação da utilização de um texto paradidático, com propósitos de apresentar conceitos de Ótica relacionados à luz e ao *LASER*, na perspectiva de um ensino de Física contextualizado.

A partir da aplicação desse material de apoio organizado, procurou-se avaliá-lo, na concepção dos sujeitos da pesquisa, relativamente ao processo de aprendizagem dos conceitos de Ótica, nele trabalhados.

1.4. O Livro Didático (LD), o PNLD e os critérios de avaliação das coleções

Novos materiais, além dos livros didáticos (LD), como fonte de consulta para os professores e para os alunos, parecem fazer parte dos recursos apontados nas conclusões de Krasilchik (2000).

Assim, para se pensar na promoção de mudança no ensino e na aprendizagem de Física, novas fontes de consulta podem ser um detalhe a ser melhorado.

Para Megid Neto e Fracalanza (2003), o LD apresenta erroneamente o conhecimento científico como produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos. O conhecimento é apresentado quase sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural.

Segundo esses autores, face aos problemas advindos da utilização dos livros didáticos de Ciências, uma pesquisa foi realizada com 180 professores de Ciências de escolas públicas do Ensino Fundamental, no entorno de Campinas-SP, na qual foram analisadas as concepções e práticas desses professores sobre o LD de Ciências.

O resultado dessa pesquisa, com os professores que escolhem e/ou adotam o LD, sinaliza que os manuais escolares devem conter: (1) flexibilidade curricular; (2) abordagem temática interdisciplinar; (3) vínculo com o cotidiano do aluno e com seu entorno sócio-histórico; (4) atualidade de informações; (5) estímulo à curiosidade, (6) atendimento à diversidade cultural de cada local ou região; e (7) atendimento à criatividade e à resolução de problemas.

Os autores ainda mencionam

[..] os livros escolares também não modificaram o habitual enfoque ambiental fragmentado, estático, antropocêntrico, sem localização espaço-temporal. Tampouco substituíram um tratamento metodológico que concebe o aluno como ser passivo, depositário de informações desconexas e descontextualizadas da realidade (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p.151).

Conforme Toni e Ficagna (2006), o LD é utilizado de forma inadequada, uma vez que o professor o aponta como o único recurso de pesquisa e acaba por fazer do livro uma simples reprodução dos conteúdos ali presentes, sem contar o fato de recorrentemente estarem desatualizados, contribuindo com isso para a desmotivação à pesquisa e inibição à criatividade.

Nesse contexto, os livros da forma como se apresentam, trazem informações prontas, acabadas e, por isso, não oportunizam a construção coletiva do conhecimento, além de deixarem de formar pessoas criativas, pesquisadoras, curiosas e, por decorrência, inaptas para enfrentarem situações que exigirão soluções de novos problemas na sociedade.

Para minimizar os problemas assinalados pela pesquisa em ensino de Ciências, iniciou-se, em 2004, a avaliação sistemática de livros didáticos do ensino médio de Matemática e Língua Portuguesa e, em 2007, foram incluídos, nessa avaliação, os livros de Física.

Foi a partir dela que os livros didáticos de Física começaram a passar por processos de reformulação pelos autores, obedecendo aos critérios estabelecidos pelo Ministério da Educação.

De acordo com o Catálogo do Programa Nacional do Livro para Ensino Médio de Física (BRASIL, 2008b), os critérios utilizados nessa avaliação contemplam duas naturezas: uma de caráter eliminatório e outra de qualificação.

Os eliminatórios são: (1) correção e adequação conceitual e correção das informações básicas; (2) coerência e pertinência metodológicas; e (3) preceitos éticos.

Já os critérios de qualificação são: (1) quanto à construção de uma sociedade cidadã, espera-se que a obra “aborde criticamente as questões de sexo e gênero, de relações étnico-raciais e de classes sociais, denunciando toda forma de violência na sociedade e promovendo positivamente as minorias sociais” (BRASIL, 2008b, p. 15); (2) espera-se, nos livros, o uso de uma linguagem correta, do ponto de vista gramatical; (3) o livro do professor deve, fundamentalmente, descrever a estrutura geral da obra, orientar com formulações claras e precisas os pretendidos manejos do material em sala de aula, sugerir atividades complementares, fornecer subsídios para a correção das atividades e exercícios propostos aos alunos, discutir o

processo de avaliação da aprendizagem, informar e orientar o professor a respeito de conhecimentos atualizados e/ou especializados indispensáveis à adequada compreensão de aspectos específicos de uma determinada atividade ou mesmo de toda a proposta pedagógica da obra; (4) quanto à estrutura editorial e aos aspectos gráfico-editoriais, espera-se que

[...] o texto principal esteja impresso em preto e que títulos e subtítulos apresentem-se numa estrutura hierarquizada, evidenciada por recursos gráficos; o desenho e tamanho da letra, bem como o espaço entre letras, palavras e linhas, atendam a critérios de legibilidade; a impressão não prejudique a legibilidade no verso da página; o texto e as ilustrações estejam dispostos de forma organizada, dentro de uma unidade visual; que o projeto gráfico esteja integrado ao conteúdo e não seja meramente ilustrativo; as ilustrações auxiliem na compreensão e enriqueçam a leitura do texto [...]. Essas ilustrações devem ser adequadas à finalidade para as quais foram elaboradas e, dependendo do objetivo, devem ser claras, precisas, de fácil compreensão, podendo, no entanto, também intrigar, problematizar, convidar a pensar, despertar a curiosidade; a obra recorra a diferentes linguagens visuais; que as ilustrações de caráter científico indiquem a proporção dos objetos ou seres representados; que haja explicitação do uso de cores-fantasia, quando utilizadas; [...] todos os ilustrações estejam acompanhadas dos respectivos créditos, assim como os gráficos e tabelas tragam os títulos, fonte e data; (BRASIL, 2008b, pp. 15-16).

No próximo capítulo, faz-se a apresentação das etapas que culminaram na formulação do problema de pesquisa.

2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como discutido anteriormente, os alunos demonstram dificuldades para aprender Ciências. Isso é ainda mais problemático no caso de aprendizagem em Física, que é uma disciplina bastante abstrata e que se utiliza de várias linguagens, entre elas a matemática.

Diversos são os problemas, contudo a literatura também aponta para diversas soluções. Um dos problemas tem relação com o material didático que é utilizado em sala de aula. Os livros texto, como já mencionado no capítulo anterior, apresentam, em alguns casos, a Física, e como parte desta a Ótica, de forma descontextualizada, fragmentada e com ênfase nas equações matemáticas, muitas vezes desprovidas de significados e, com isso, marginalizando aspectos conceituais ou até mesmo aqueles fenomenológicos.

De acordo com Marin (1998), em seu artigo intitulado “Com o olhar nos professores: desafios para o enfrentamento das realidades escolares”, entre os desafios apresentados pelo autor, destacam-se a fragilidade, a rigidez e a restrição nos procedimentos dos recursos didáticos, com ênfase para a escolha e utilização do LD.

Como estratégia alternativa e viável para a solução desses problemas, alguns trabalhos de pesquisa em ensino de Ciências e de Física têm mencionado a leitura de textos paradidáticos (RICÓN; ALMEIDA, 1991. ALMEIDA; SILVA; MACHADO, 2001. ASSIS; TEIXEIRA, 2003. ASSIS, 2005. LEITE, 2008. BENETI, 2008). Segundo esses autores, esses textos, de certa forma, contribuem para a motivação e eventual mudança comportamental dos alunos, com relação à aprendizagem do conteúdo em Ciências e Física.

Em seu artigo sobre a utilização de textos literários no ensino de Física, Almeida e Rincón (1993) discutem a perspectiva cultural dessa possibilidade.

Estes autores lembram que, ao se utilizar desses textos literários, como uma estratégia a mais no ensino de Física, verifica-se, além da importância de que

[...] o estudante desenvolva gradativamente a compreensibilidade do discurso científico e o gosto pela leitura, pode ser necessário criar situações de controle e cobrança diferentes das que usualmente se presencia nas escolas (ALMEIDA; RICÓN, 1993, p. 12).

Almeida, Silva e Machado (2001) fazem uma abrangente revisão bibliográfica sobre o significativo interesse de pesquisadores em educação em Ciências, nacionais e internacionais, por questões relacionadas à leitura. Os autores avaliam as condições de produção e do funcionamento da leitura no ensino de Física. Ao final, os autores concluem que

[...] trabalhar a leitura em aulas de Física é trabalhar com a ciência na sociedade e na história, é trabalhar a compreensão da própria ciência como produtora de sentidos (ALMEIDA *et al.* 2001, p. 11).

Na mesma direção, Assis e Teixeira (2003), também fazem reflexões acerca do uso de textos alternativos ao didático, entre eles os textos de divulgação científica, em aulas de Física. As autoras, com fulcro nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), apontam que a utilização desses textos permite ao aluno contato com informações sobre ciência e tecnologia atualizadas, o que favorece o conhecimento científico mais significativo para eles, contribuindo para futuras ações sociais responsáveis.

Com um olhar ligeiramente diferente, embora mais abrangente, em sua tese de doutorado, Assis (2005) trata da leitura e da argumentação no ensino de Física mediante a utilização de um texto paradidático de divulgação científica. A autora, ao se referir aos Textos de Divulgação Científica (TDC), afirma que

Muitos desses textos possuem uma estrutura não linear, diferindo dos textos tradicionalmente utilizados pelos professores (didáticos), estabelecendo relações entre vários assuntos, articulando-os de modo a oferecerem condições para que os mesmos sejam trabalhados de forma desfragmentada, viabilizando ainda a interdisciplinaridade, o que promove a articulação entre alguns conteúdos de várias disciplinas. Dessa forma, em virtude dessa abordagem interdisciplinar, a leitura pode propiciar a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como corroborar para uma visão mais abrangente do mundo, contribuindo assim para a formação de um aluno em condições de refletir sobre atitudes relacionadas à cidadania, incorporando uma postura mais dinâmica e comprometida com a sua realidade (ASSIS, 2005, p. 56).

Leite (2008), em sua dissertação de mestrado, procura entender os sentidos e concepções subjacentes diante das práticas dos professores ao proporem e permitirem, em suas aulas de Física, atividades de leitura. Discute também as possibilidades e dificuldades sinalizadas pelos professores para a utilização desse recurso. O autor, embora mencione que nas Ciências Sociais e Humanas os estudos não se pautam em leis gerais e enunciados definitivos, acredita que existam orientações básicas que sirvam para situações diversas. Entre elas menciona as ligadas à implementação de cada gênero textual, o que em sua pesquisa mostrou se passar despercebido pelos professores. Finalmente argumenta que as leituras em Física contribuem para a formação de cidadãos críticos, pois os alunos desenvolvem autonomia para buscarem as informações necessárias, diante de futuros problemas, para a resolução destes. No entanto, Leite (2008) salienta não ser possível saber, com sua pesquisa, qual é a real contribuição do recurso da leitura para a aprendizagem dos conteúdos, o que, por fim, julga ser um vasto campo de novas investigações sobre o tema.

Ainda, Beneti (2008), em sua dissertação de mestrado, também analisa a utilização, em aulas de Física, de um texto paradidático intitulado “Nosso Universo” e aponta no sentido de que esse texto foi o elemento motivador para a aprendizagem dos alunos, além de desmistificar a impressão de que a Física está relacionada à utilização de equações matemáticas, ao escrever que

[...] em relatos apresentados pelos estudantes, no sentido de apontarem pontos positivos, dentre os quais destacamos: a estratégia utilizada pelo professor, a oportunidade de se discutir opiniões e ideias por intermédio do diálogo, a desmistificação de que a Física somente está relacionada com os cálculos matemáticos, e, a utilização do contexto histórico [...] (BENETI, 2008, p. 119).

O trabalho de Monteiro, Gaspar e Monteiro (2005) também, de certa forma, destaca a importância da motivação para o aprendizado da Física.

A importância da motivação foi formalizada desde quando S. Freud apresentou sua contribuição no Projeto de uma Psicologia Científica, em 1895. Sua relação com aprendizagem vem se desenvolvendo ao longo da evolução dos conceitos sobre a epistemologia. Atualmente as pesquisas parecem tender para observações cada vez mais contextualizadas dentro de uma abordagem cognitivista. Nesse sentido, enfatizamos a importância

de considerar os fatores motivacionais em relação ao processo de ensino e aprendizagem específicos de conteúdos de Física, haja vista a importância das interações sociais voltadas à aprendizagem de conceitos científicos nas quais se priorize o envolvimento motivacional (MONTEIRO; GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 4).

Ainda nessa linha, Vygotsky (2001) *apud* Monteiro *et al.* (2005, pp. 1-2) atenta para o fato de que o uso das emoções auxilia o trabalho docente. Nesse artigo escrevem que a emoção é uma forma de comportamento que deve ser aceitável e desejável à tarefa de ensinar, uma vez que tem o papel de organizador interno do nosso comportamento. Ainda assegura que a emoção não é um agente menor do que o pensamento, sendo que os alunos não só devem pensar e assimilar, mas devem sentir a aprendizagem.

Os gregos diziam que a filosofia nasce da surpresa. Em termos psicológicos isso é verdadeiro se aplicado a qualquer conhecimento no sentido de que todo conhecimento deve ser antecedido de uma sensação de sede. O momento da emoção e do interesse deve necessariamente servir de ponto de partida a qualquer trabalho educativo (VYGOTSKY, 2001, *apud* MONTEIRO *et. al.*, 2005, p. 2).

Diante do que foi discutido até aqui e dentro da problemática relacionada à utilização quase que exclusiva do livro texto adotado na Escola como fonte de consulta pelo professor e pelo aluno, o que de certa forma limita e deturpa as impressões acerca da construção do conhecimento científico, pensou-se no seguinte problema de pesquisa: qual a avaliação, na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos, do texto paradidático construído com enfoque em CTS, e com propósitos de um ensino de Física contextualizado?

Diante desta questão de pesquisa, duas foram as etapas centrais deste trabalho. A primeira constituída pelo planejamento e produção de um texto paradidático, com propósitos de apoiar a utilização do livro texto adotado na Escola. Em um segundo momento, pretendeu-se avaliar o material produzido para esse trabalho, por meio da solicitação aos alunos para que fizessem essa avaliação, tendo como referência o que aprenderam sobre os conceitos nele trabalhados. Também, buscou-se identificar quais as implicações da leitura do texto para o processo de aprendizagem de conceitos em tópicos de Ótica. Além disso, pretendeu-se com o estudo encontrar aspectos negativos à aprendizagem,

presentes no material elaborado com o propósito de futuramente modificá-lo e, com isso, aproximá-lo de um texto mais atraente para os leitores.

Para essa pesquisa, a principal necessidade sentida, e que motivou este estudo, reside em se pensar em atividades de ensino de tópicos de Ótica pautadas no conjunto de ações inerentes às do educador.

Partiu-se do pressuposto de que a relação estabelecida entre educador e educando é relevante no processo pedagógico, na medida em que não se deve desvincular a realidade escolar do dia a dia dos alunos. Nesse sentido, entende-se que, entre os papéis do educador, encontra-se o de possibilitar ao educando o desenvolvimento de uma *consciência transitiva crítica*, conceito desenvolvido por Paulo Freire, em sua obra *Educação como prática da liberdade*. Essa consciência, segundo Gadotti (1989), traduz-se numa “consciência articulada com a *práxis*” (GADOTTI, 1989, p. 66).

Segundo Freire, para se chegar a essa consciência que é, simultaneamente, desafiadora e transformadora, são indispensáveis o diálogo crítico, a fala e a convivência.

Por outro lado,

[...] Para por em prática o diálogo, o educador não pode colocar-se na posição ingênua de quem se pretende detentor de todo o saber, deve, antes, colocar-se na posição humilde de quem sabe que não sabe tudo [...]
(GADOTTI, 1989, p. 69).

Pensou-se, durante a organização do texto paradidático, em

[...] apoiar o educando para que ele mesmo vença suas dificuldades na compreensão ou na negligência do objeto e para que sua curiosidade, compensada e gratificada pelo êxito da compreensão alcançada, seja mantida e, assim, estimulada a continuar a busca permanente que o processo de conhecer implica. (FREIRE, 1996, p.119).

³ **Práxis:** união entre a reflexão e ação.

Em resumo, propôs-se, neste trabalho, a organização e aplicação de um material alternativo e de apoio, em conjunto com atividades relacionadas ao LD adotado numa Instituição Federal de Ensino e depois testá-lo.

O presente trabalho teve dois objetivos. O primeiro de ordem prática e o segundo de pesquisa.

O objetivo de ordem prática foi o de, em observância aos diversos desdobramentos da concepção de educação freireana e levando-se em consideração o que afirmam os PCNEM e PCN⁺, planejar, organizar e aplicar um texto paradidático e de apoio à utilização do LD.

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral de pesquisa foi avaliar o material produzido para esse trabalho, tendo como referência o que os alunos aprenderam sobre os conceitos nele trabalhados.

Avaliou-se, portanto, o texto paradidático de abordagem CTS, com propósitos de um ensino de Física contextualizado, com base na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos do material trabalhado, quanto ao processo de aprendizagem em tópicos de Ótica.

2.1. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos de pesquisa são:

1. Examinar se a utilização do texto paradidático, em apoio à utilização do LD, ajuda os alunos a adquirirem os conceitos necessários para aprendizagem de tópicos de Ótica;
2. Identificar as formas de participação dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem quando da utilização do texto paradidático;

3. Identificar as vantagens e desvantagens, de se utilizar um TP, em concomitância com o LD, para a aprendizagem de tópicos de Ótica;
4. Examinar e registrar quais aspectos do TP utilizado chamaram a atenção dos alunos e os porquês disso.

3. JUSTIFICATIVA

É sabido que a sociedade está imersa em um ambiente tomado de tecnologias. Não é comum, nos manuais de ensino, a disponibilidade de informações explicativas, do ponto de vista fenomenológico, acerca dos mecanismos de funcionamento de situações e equipamentos presentes no dia a dia das pessoas como, por exemplo, do ponto de vista da Ótica, o de: um CD (*Compact Disk*), um DVD (*Digital Vídeo*), um BD (*Blue Ray Disk*), um forno microondas, um aparelho utilizado em diagnósticos, um sensor de portas automáticas, um leitor de códigos de barras, um processo de clareamento de dentes, uma cirurgia corretiva de defeitos visuais ou de outras tantas do mundo pós-moderno.

Defende-se, neste trabalho, a utilização da leitura de textos paradidáticos que contém aspectos conceituais de Física e que permita ao leitor fazer conexões da Física escolar com aplicações tecnológicas presentes no dia a dia dos estudantes, como as mencionadas no parágrafo anterior.

Um texto com essas características, além de divulgar o conhecimento científico, permite ao aluno fazer conexões com o seu dia a dia. Essas conexões, de certa forma, promovem, além de uma melhor compreensão de cada situação presente na vida das pessoas, uma visão menos fragmentada da Ciência.

Pensou-se também em contribuir para maiores possibilidades de se utilizar ou compreender a aplicação do conhecimento de ótica em situações realmente úteis aos alunos.

A pretensão é que, ao lerem criticamente o texto paradidático em conjunto com o LD e a partir das discussões e análises durante as aulas, mediadas pelo professor, haja um aumento dos níveis de interesse e, conseqüentemente, dos níveis de aprendizagem em aulas de Física.

Na sociedade atual, permeada por tecnologias alicerçadas em bases científicas, as pessoas vivenciam uma gama crescente desse tipo de informações. Nesse mundo científico e tecnológico em que vivemos, o ensino de Ciências se torna extremamente relevante para a cidadania. Tal ensino se justifica

na medida em que as crescentes demandas, em contextos cotidianos, advindas da Ciência e Tecnologia (C&T), bem como em situações outras, as pessoas precisam tomar decisões baseadas em informações. Aliado a isso, o conhecimento da C&T, perfaz um conjunto de elementos que acabam por culminar em diferentes culturas manifestadas. E, por fim, desnecessário dizer que a Física se encontra inserida nas Ciências Naturais e, portanto, nesse contexto maior da Ciência e Tecnologia (C&T).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio apontam que

[...] é preciso discutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada (BRASIL, 1999, p. 230). Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 1998, p. 22).

Rezende e Ostermann (2005), com relação às dificuldades encontradas por professores de Física em escolas públicas, apontam para a insuficiência do livro texto e a dificuldade que o professor tem para contextualizar o conteúdo, ou seja, a dificuldade de relacioná-lo a fenômenos do dia a dia.

Isso, em muito, ajuda a justificar a execução deste trabalho no sentido de se produzir e testar uma estratégia de ensino de Física com vistas a contribuir para solucionar, pelo menos em parte, os problemas acima apontados.

Como vimos Assis (2005) em sua tese de doutorado, ao fazer alusão à utilização de textos alternativos em aulas de Física, afirma que

[...] uma estratégia que tem despertado grande interesse entre os pesquisadores é a utilização de textos alternativos em aulas de Física, pois que, muitos desses textos tratam dos conteúdos científicos num contexto das relações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais (ASSIS, 2005, p. 55).

Pesquisadores como Chaves (2002), em sua dissertação de mestrado "*Textos de divulgação científica no ensino de Física Moderna na Escola Média*", sugere que os professores têm o texto de divulgação científica (TDC), por meio de uma linguagem clara e simples, presente nesses materiais tais como revistas e jornais, diferentemente dos materiais tradicionais usados nas escolas (livros didáticos), como elemento que permite aproximar a Física escolar do cotidiano do

aluno, para o aprendizagem de conceitos relacionados à Física. Assim, o TDC aproxima os alunos da Física presente no dia a dia, o que implica, segundo a autora, em melhor aprendizagem.

Ainda nessa direção, Chiappini (1998, 2000), na *Coleção aprender e ensinar com textos*, defende que enquanto recursos didáticos, os textos de divulgação científica (TDC) são capazes de viabilizar a compreensão dos conceitos físicos necessários à construção do conhecimento.

Assim a proposta deste trabalho busca sinalizar, com base na ideia de um processo de aprendizagem de Física mais contextualizado, possibilidades de solução para alguns problemas vivenciados pelos professores, da Educação Básica, que têm dificuldades para ajudarem seus alunos a aprenderem Física.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM),

[...] É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder a perguntas e a procurar as informações necessárias, para utilizá-las nos contextos em que forem solicitadas (BRASIL, 2008a, pp. 45 - 46).

Silva e Tavares Jr (2005) também apresentam uma justificativa para esse trabalho ao defenderem que as atuais técnicas e tecnologias surgem de crescentes conhecimentos e aplicações de tópicos avançados de Física, entre os quais se destaca a Ótica. Os autores acrescentam que o caráter dinâmico do currículo exige, do professor, busca permanente de novos conhecimentos e estratégias de ensino ao se confrontar com as dificuldades conceituais e operacionais dos aprendizes.

Em resumo, o que os PCN e os autores citados neste trabalho defendem é a introdução de textos alternativos e que essa introdução pode ser extremamente produtiva.

No próximo capítulo, serão apresentados alguns elementos marcantes que sustentam teoricamente esta dissertação.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao se iniciar este trabalho, fez-se um levantamento da bibliografia existente e relacionada aos ensinos de Ciências e de Física focando questões que envolvessem o ensino e a aprendizagem em Ótica.

Para tanto, o levantamento abarcou alguns trabalhos publicados durante o período compreendido entre 1984 e 2011 e que guardam alguma relação com o presente estudo.

Além de livros, revistas, sobretudo as de divulgação científica como a Física na Escola e Experiências em ensino em Ciências, vídeos e sítios; alguns periódicos foram pesquisados, quais sejam: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Revista Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Ensaio, Ciência & Ensino (UNICAMP), Ciência e Educação (UNESP), *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *American Journal of Physics*, *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Research in Science Education*, *Science Education* e *Science & Education*.

Fazem parte também dessa pesquisa bibliográfica os artigos constantes de Atas de Encontros Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, dissertações de mestrado e teses de doutorado, bem como os documentos oficiais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais e variações (PCN e PCN⁺) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, especialmente o volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Como pilar de sustentação e fundamentação teórica no campo educacional, recorreu-se a publicações com enfoque no conceito de contextualização que, de quando em vez, apresenta-se na literatura, com certo grau de polissemia e, por

Vezes, com interpretações híbridas, nos documentos oficiais, tal como sinalizado por Lopes (2002).

Não obstante, algumas outras correntes de pensamento no campo psicológico e pedagógico, eventualmente, são utilizadas como apoio ou justificativa para o estudo.

Nesse sentido, o material paradidático construído para a aplicação na atividade desenvolvida ao longo desta pesquisa foi pensado como mais um instrumento que pode auxiliar o professor na tentativa de promover a contextualização da Física escolar.

Ainda nessa direção, o TP e as ações do professor ao longo de das aplicação desse texto podem inserir o educando numa relação horizontal com o educador, apresentando-lhe aspectos da Física escolar presente no seu cotidiano, considerando a possibilidade de que “o texto paradidático e de divulgação científica aproxima os alunos da Física presente no dia a dia” (FERNANDES SOBRINHO, 2010, p. 1).

Na próxima seção, pretende-se desenvolver um conceito essencial ao desenvolvimento desta dissertação, que é o de *contextualização*.

Pensar em ensinar conceitos de Física de forma contextualizada, pode favorecer uma melhor articulação de diferentes temas não apenas constantes do currículo de Física, na educação de nível médio. Isso sinaliza a superação da visão tradicional e conteudista de ensinar.

Nesse sentido, faz-se necessário entender qual(is) a(s) ideia(s) contida(s) no conceito de contextualização, com base nos documentos oficiais, PNC, PCN⁺ e OCEM/2008, e que serão utilizada(s) nesta dissertação como aporte teórico.

A partir dela(s), pretende-se compreender a proposição decorrente desta dissertação, construir possíveis respostas à questão de pesquisa: Qual a avaliação, na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos, do texto paradidático construído com enfoque em CTS e com propósitos de um ensino de Física contextualizado? Que implicações uma atividade de ensino voltada para a leitura, interpretação e discussão do referido texto contribui para a construção de conceitos cientificamente aceitos em aulas de Física?

Tido como verbete, o termo *contextualização*, segundo Menezes e Santos (2002), de forma geral, é o ato de vincular o conhecimento à sua origem e à sua aplicação.

Essa ideia de contextualização começa a entrar em discussão no cenário educacional com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, que viabiliza a compreensão dos conhecimentos para o uso cotidiano. Tem sua origem nas diretrizes e que estão definidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os Parâmetros são guias que orientam a Escola e professores na aplicação do, então, novo modelo de educação.

Segundo Lopes (2002), o MEC desenvolveu o conceito de contextualização por meio da apropriação de múltiplos discursos, nacionais e internacionais, provenientes de contextos acadêmicos, oficiais e também de agências multilaterais. Nesse artigo, a autora defende que a contextualização, nos PCN, tem caráter híbrido de discursos curriculares.

Segundo esta mesma autora, contextualização “se fundamenta em David Stein e sua ideia de aprendizagem situada” (BRASIL, 1999, v. 1, pp. 140 – 142 *apud* LOPES, 2002, p. 391).

Para Stein (1998) *apud* Lopes (2002),

[...] situar uma aprendizagem significa colocar o pensamento e a ação em um lugar específico de significado, envolver aprendizes, o ambiente e as atividades para produzir significado. (STEIN, 1998 *apud* LOPES, 2002, p. 391)

Ainda para Stein (1998, p. 1)

In the situated learning approach, knowledge and skills are learned in the contexts that reflect how knowledge is obtained and applied in everyday situations.⁴ (STEIN, 1998, p. 1)

Os PCN⁺ apresentam uma discussão ampliada do que vem a ser contextualização no ensino de Ciências. Esse documento oficial, em suas orientações, reforça a ideia de que

⁴ Na abordagem da aprendizagem situada, conhecimentos e habilidades são adquiridas em contextos que refletem como o conhecimento é obtido e aplicado em situações cotidianas. (STEIN, 1998, p. 1, tradução nossa)

[...] a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural [...] (BRASIL, 2002, p. 34)

A ideia de contextualização também está vinculada à de interdisciplinaridade que, de acordo com os PCNEM,

[...] a interdisciplinaridade deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional, em que se propõe que, por meio da prática escolar, sejam estabelecidas interconexões e passagens entre os conhecimentos através de relações de complementaridade, convergência ou divergência” (BRASIL, 2000, p. 21).

Essa vinculação é divulgada pelo MEC como fundamento central do currículo, nos PCNEM. Assim, para Pereira (2000) *apud* Lopes (2002)

Formar indivíduos que se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais exige da escola muito mais do que a simples transmissão de informações. Exige experiências concretas e diversificadas, transpostas da vida cotidiana para as situações de aprendizagem. Educar para a vida requer a incorporação de vivências e a incorporação do aprendido em novas vivências (PEREIRA, 2000, *apud* LOPES, 2002, p. 390)

Três são os domínios da ação humana, para a realização de atividades, explicitados nas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio – DCNEM, como se pode observar em

O currículo, enquanto instrumentação da cidadania democrática, deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no tríplice universo das relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva. (BRASIL, 2000, p. 15).

Segundo Lopes (2002), nas diretrizes curriculares para o ensino médio é possível também encontrar três interpretações para o chamado contexto: “[...] (a) trabalho; (b) cidadania e (c) vida pessoal, cotidiana e convivência. Neste terceiro contexto, a maior ênfase é no meio ambiente, no corpo e na saúde.” (LOPES, 2002, p. 190).

Com a publicação, em 2006, das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), percebe-se, neste documento, mais uma contribuição para a inserção/continuidade do debate acerca do termo contextualização, como um pressuposto importante no ensino de Ciências. Nele, a contextualização passa a ter o importante papel de favorecer o diálogo entre as disciplinas, que pressupõem o contexto de realidade do educando, situações de vida pessoal, cotidiana e de convivência dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, além das aplicações tecnológicas.

É exatamente a partir desses pressupostos que a contextualização, além de ser adotada e utilizada neste trabalho, apresenta-se como alternativa viável de se implementar, como fundamentação teórica, a articulação entre o conhecimento científico e o dia a dia do estudante, possibilitando a integração de diferentes dimensões de conceitos cientificamente aceitos.

Destarte, trabalhando-se a Física por meio de contextos que tenham significado para o educando e que possam envolvê-lo num processo ativo de aprendizagem, certamente o aluno terá um envolvimento não apenas intelectual, mas também afetivo. Isso parece sugerir sentido à expressão “educar para a vida”.

E é essa a ideia bastante difundida, no campo educacional, e pertinente aos parâmetros, a de “educar para a vida” que é entendida e aplicada, neste trabalho.

Numa análise menos reducionista e entendendo que o conceito de interdisciplinaridade encontra-se atrelado ao de contextualização,

Nos últimos anos a – se é que podemos falar em uma única - multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transversalidade, pandisciplinaridade têm estado bastante em voga. Fala-se da busca de um conhecimento que transcenda a tradicional divisão disciplinar e que seja capaz de analisar profundamente as complexas relações sociais, políticas, econômicas, científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo. Tal busca se faz presente no meio acadêmico, impulsionando a criação de cursos de graduação e pós-graduação capazes de integrar as mais variadas áreas do saber; tem modificado o perfil do trabalhador esperado pelas empresas nos mais diversos postos de trabalho e, não menos importante, tem influenciado a articulação de currículos da escola básica, como no Brasil, por exemplo, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais [...] (CAMILLO; FERNANDES SOBRINHO, 2011, p. 1)

Assim, entende-se que é necessário pensar em estratégias de ensino não meramente fragmentadas, enciclopédicas, conteudistas, mas que sejam capazes de tirar o educando da tradicional postura de espectador passivo.

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender. (Brasil, 2000, p. 4)

Acredita-se, então, que a contextualização, como estratégia de ensino mediada pelo professor, possa ser implementada por meio das situações trabalhadas ao longo do texto paradidático.

Nesse sentido o TP construído e aplicado, pode auxiliar referências da Física escolar presentes na realidade, no dia a dia do aluno. Isso, de certa forma, deve favorecer não apenas a ampliação da aprendizagem do aluno na escola, mas também sua participação ativa nesse processo, além de contribuir para que ele “passe” pelos conteúdos escolares, lançando mão de reflexões críticas.

O próximo capítulo é dedicado ao texto paradidático proposto construído, um dos objetivos de ordem prática desta dissertação.

5. PLANEJANDO E CONSTRUINDO A PROPOSTA DE TEXTO PARADIDÁTICO

Neste capítulo são apresentadas as etapas percorridas nos processos de planejamento e de construção do Texto Paradidático (TP), enquanto proposta de atividades educacionais que compõe esta dissertação.

Para isso, inicialmente, são mencionados os programas governamentais levados a cabo pelo Ministério da Educação, relacionados ao Livro Didático (LD) e, especificamente, voltados ao nível médio de Ensino.

Num segundo momento, faz-se uma breve apresentação da proposta de texto paradidático com foco numa possível aproximação do que se entende por projeto de aprendizagem, além de serem apresentados os dois eixos norteadores constantes dos PCNEM e PCN⁺, quais sejam: a *contextualização* e a *interdisciplinaridade*.

Eventualmente, outros pressupostos que orientaram a idealização e a construção do texto paradidático também são apresentados.

5.1. Materiais Didáticos e os Programas Nacionais do Livro Didático

Os três programas atuais conduzidos pelo Governo Federal voltados para o Livro Didático são: (1) o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que teve seu início, em 1929, com a denominação do próprio órgão para legislar sobre políticas do livro didático, o Instituto Nacional do Livro (INL), que é voltado ao Ensino Fundamental (BRASIL, 2008b); (2) o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA), criado em 2007 (BRASIL, 2008b); e (3) o Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

(PNLEM), implantado em 2004, que prevê a universalização do livro didático aos alunos do nível médio de Ensino em todo o país (BRASIL, 2008b).

5.2. Contextualização e Interdisciplinaridade: PCNEM e PCN⁺

Dois são os eixos norteadores centrais dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), a saber: *contextualização* e *interdisciplinaridade*.

Esses eixos visam à educação do indivíduo para a vida, uma vez que valorizam as “experiências concretas e diversificadas, transpostas da vida cotidiana para situações de aprendizagem” (LOPES, 2002, p.3).

Tomando-se o referencial teórico e os PCNEM, foram, portanto, dois os princípios básicos para a construção daquele texto: *a interdisciplinaridade* e *a contextualização* do conhecimento. Vale lembrar que são esses parâmetros que devem chegar à sala de aula.

Segundo os PCNEM

[...] partindo de princípios defendidos na LDB o Ministério da Educação, num trabalho conjunto com educadores de todo o País, chegou a um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta. Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2002a, p. 13).

Os PCNEM, além de apoiarem um ensino de Física contextualizado, defendem o uso da história da ciência como uma medida contextualizadora do conteúdo.

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos PCNEM, os chamados PCN⁺, no livro sobre Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, defendem também claramente a contextualização, trazendo para os alunos as ligações da Física com o cotidiano mais imediato e a história de como

esse conhecimento veio a existir, ou seja, apresentando aos alunos o processo de construção do conhecimento, mas, claro, sem deixar de lado a linguagem e expressão própria da Física.

[...] A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado (Brasil, 2008a, p. 59).

Cumprido destacar que não se pretendeu, neste estudo, trabalhar a contextualização com foco em sua dimensão histórica, filosófica e sociológica da Ciência.

Assim, os PCNEM e os PCN⁺ serviram de critérios para o planejamento e construção do Texto Paradidático, especialmente elaborado para este estudo. Nesse processo de elaboração, levou-se em consideração o perfil do aluno e dos professores, público ao que se destina o referido texto de apoio, além de compatibilizá-lo e atualizá-lo em relação ao conhecimento científico, ao cotidiano do educando e aos documentos de orientações curriculares nacionais (BRASIL, 2008b).

Ao se tomar esses pontos do PCNEM, PCN⁺ e o PNLD, acima descritos, procurou-se produzir um Texto Paradidático de apoio ao LD cuja estrutura fosse caracterizada pelas finalidades gerais estabelecidos pelo Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB: Lei nº 9.394/96), quais sejam:

[...] o ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades: **I.** a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos; **II.** a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; **III.** o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; **IV.** a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando

a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 2008b, pp. 11-12)

5.3. Características do Texto Paradidático Organizado

Com base nessas premissas, conjecturou-se algumas questões para, depois de se tentar respondê-las, organizar o texto paradidático.

As questões foram: (1) A linguagem do texto possibilita reflexões por parte dos estudantes que o lerão? (2) As estratégias pedagógicas constantes do texto, tais como: utilização, leitura e intelecção do texto propriamente dito, leitura de imagens e questões conceituais propostas são capazes de permitir ao estudante práticas conscientes e críticas? (3) O texto paradidático é capaz de contextualizar a Física escolar, possibilitando ao estudante fazer conexões com as aplicações tecnológicas presentes na vida real dele? (4) O texto contextualiza a Física e faz referência ao cotidiano próximo desse aluno? (5) O conhecimento científico presente e desenvolvido ao longo do texto permite que o aluno promova a evolução conceitual constante nas unidades temáticas? (6) O texto promove, ao longo de seu desenvolvimento, a interdisciplinaridade? (7) O texto estimula o aluno a buscar de forma autônoma e crítica novos conhecimentos por meio de *links* a outras fontes de consulta como, por exemplo, a *internet*?

Ainda, como tentativa de se promover e viabilizar a interdisciplinaridade, o texto procurou proporcionar aos educandos, ligações de conceitos, leis e aplicações de tópicos da Ótica, relacionados com a luz e com o *LASER*, com outras disciplinas como a Biologia, a Química, a História e com temas como Ambiente e Sociedade, por meio de apresentações não lineares e desfragmentadas da Ciência.

A seguir, são destacados alguns aspectos presentes no texto, tais como: (1) objetivos de aprendizagem do texto paradidático; (2) princípios pedagógicos; (3) linguagem; e (4) estrutura.

5.3.1. Objetivos de Aprendizagem

Ao se iniciar o processo de concepção e produção desse material, foi necessário ter em mente os objetivos que se pretendia atingir com ele, junto ao público-alvo, o aluno.

Procurou-se, então, construir uma estratégia de ensino levando-se em consideração que

[...] É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder perguntas e a procurar as informações necessárias, para utilizá-las nos contextos em que forem solicitadas. Na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros. Essa forma de ensino auxilia na formação das estruturas de raciocínio, necessárias para uma aprendizagem efetiva, que permita ao aluno gerenciar os conhecimentos adquiridos. (BRASIL, 2008a, pp. 45-46)

Assim, entre os objetivos de aprendizagem, enfatizam-se: (1) desenvolver o espírito crítico em Ciências; (2) propiciar uma educação cidadã; (3) contribuir para que o aluno tenha uma compreensão da dinâmica do conhecimento científico; (4) propiciar ao aluno a aprendizagem de leis físicas e capacitá-lo a aplicá-las em análises de fenômenos relacionados com essas leis; (5) prepará-lo para compreender, a partir de leis físicas, algumas situações e aplicações tecnológicas presentes no dia a dia.

5.3.2. Princípios Pedagógicos

O marco teórico adotado se fundamenta nos princípios de uma prática educativa libertadora, problematizadora, vista por Freire (1979) como um encontro de interlocutores e que procuram, na busca pelo conhecimento, a significação da realidade e, na *práxis*, o poder da transformação.

A partir desse aporte teórico, é possível identificar alguns aspectos observados ao longo do texto paradidático organizado, quais sejam: o diálogo, a afetividade, a criticidade e as experiências anteriores dos alunos.

A *dialogicidade* como essência da educação libertadora e a *contextualização*, aqui entendida como a articulação entre o conhecimento científico e o dia a dia do estudante, o que possibilita a integração de diferentes dimensões de conceitos cientificamente aceitos, perfazem os princípios pedagógicos basilares presentes no texto.

Há que se falar a respeito da necessidade de se provocar, no aluno, o exercício permanente de uma aprendizagem voltada à reflexão crítica. Isso de certa forma estimula, por meio de desafios, a busca por novos saberes.

[...] O que se pretende é partir da reflexão crítica ao senso comum e proporcionar alternativas para que o aluno sinta a necessidade de buscar e compreender esse novo conhecimento. (BRASIL, 2008a, p. 51)

Embora cada disciplina tenha as suas próprias especificidades, a *interdisciplinaridade* e o desenvolvimento de competências crítico-analíticas, de representação da realidade, favorecem a convergência de saberes diversos.

A interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição às disciplinas escolares. Sabe-se que cada disciplina científica possui enfoques particulares, recortes dessa natureza que conduzem a uma organização de saberes padronizados passíveis de serem comunicados. A interdisciplinaridade não é a busca de uma unificação desses saberes, pois admitir isso seria negar aspectos históricos e epistemológicos da construção desse conhecimento e negar as características específicas, com objetos de estudo bem definidos, como a Física, a Química e a Biologia. (BRASIL, 2008a, p. 51)

A Física, em qualquer nível de ensino, tem sua dimensão cultural. Além disso, é importante o entendimento de que, em nível médio de ensino, o foco não deve recair na ilusória pretensão de se formar físicos com a Física escolar, a ser trabalhada no Ensino Médio (EM), afinal, nem todos os estudantes migrarão necessariamente para cursos na área de ciências exatas. E àqueles que farão cursos nessa área, oportunamente estudarão essa Física específica, no momento e na medida necessária. Por isso,

Partimos da premissa de que no ensino médio não se pretende formar físicos. O ensino dessa disciplina destina-se principalmente àqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. Há de se reconhecer, então, dois

aspectos do ensino da Física na escola: a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo. (BRASIL, 2008a, p. 53)

Também se evitou um Ensino de Física pautado na utilização excessiva de equações sem significados para o aluno, procurando trazer informações articuladas, distantes de noções vazias e sem aplicações ao mundo real.

Não se trata, todavia, de abandonar os conteúdos ou partir para generalidades; os conteúdos devem ser explorados com rigor, mas devem passar por escolhas criteriosas e tratamento didático adequado, a fim de que não se resumam a amontoados de fórmulas e informações desarticuladas. (BRASIL, 2008a, p. 54)

Destaque-se que não se defende, neste trabalho, o abandono de aspectos relacionados à Matemática. Uma vez que

Cabe lembrar aqui o papel fundamental da Matemática na construção do conhecimento físico e as práticas comuns da escola em relação às dificuldades dos alunos. Observa-se que em muitos casos se diz que o fracasso na aprendizagem da Física é atribuído à falta de conhecimento em Matemática. Essa visão é parcial, pois há dificuldades inerentes à própria Física que acabam maquiadas, como os conhecimentos prévios dos alunos, que são difíceis de serem trabalhados pelo professor. Além disso, se o aluno não dispõe de determinado instrumento matemático para compreender a Física, ele deverá ser ensinado. Esse problema deve ser resolvido pela escola com a colaboração dos professores das diversas disciplinas e jamais ser considerado como exclusivo da tarefa específica do ensino de Física. (BRASIL, 2008a, p. 54)

As questões presentes na atividade proposta, ao final do texto, levam em consideração o seguinte equívoco.

Outro equívoco que reforça a falsa dissociação da Matemática na estruturação do conhecimento físico é a forma como se ensina. Na prática, é comum a resolução de problemas utilizando expressões matemáticas dos princípios físicos, sem argumentos que as relacionem aos fenômenos físicos e ao modelo utilizado. Isso se deve em parte ao fato já mencionado de que esses problemas são de tal modo idealizados que podem ser resolvidos com a mera aplicação de fórmulas, bastando ao aluno saber qual expressão usar e substituir os dados presentes no enunciado do problema. Essas práticas não asseguram a competência investigativa, visto que não promovem a reflexão e a construção do conhecimento. (BRASIL, 2008a, p. 54)

5.3.3. Linguagem

Ao se pensar em construir um texto paradidático de apoio ao LD, atentou-se à linguagem nele utilizada, independentemente do nível de ensino.

Pensou-se, ao longo de todo o desenvolvimento do texto, numa dimensão da *contextualização* relacionada ao conhecimento científico e ao cotidiano.

[...] Outra dimensão da contextualização relaciona o conhecimento científico e o cotidiano. Muitas vezes confunde-se contextualização com cotidiano, porém essa relação não é tão simples. Embora a maioria dos fenômenos da natureza e dos avanços tecnológicos faça parte do dia a dia de uma parcela significativa da sociedade, sua explicação científica não ocorre com a mesma frequência. As pessoas explicam muitas coisas utilizando o que se poderia chamar de senso comum. Essas explicações são limitadas a situações específicas e superficiais. A formação geral que a escola deve dar aos seus alunos tem como meta ampliar a compreensão que eles têm do mundo em que vivem. Esse empreendimento não é linear; ao contrário, o conhecimento científico possui características bem diferentes e tem de romper com o senso comum, pois busca a generalização dos conhecimentos adquiridos para uma infinidade de outras situações. (BRASIL, 2008a, p. 50)

A *contextualização* como alternativa para problematizar a relação entre o conhecimento científico e as concepções do aluno também se faz presente no material construído.

Na contextualização dos saberes escolares, busca-se problematizar essa relação entre o que se pretende ensinar e as explicações e concepções que o aluno já tem, pois a natureza faz parte tanto do mundo cotidiano como do mundo científico. (BRASIL, 2008a, p. 51)

Nesse sentido, pretendeu-se lançar mão de uma linguagem, na medida do possível, adequada e com vistas a aproximar a Física escolar do cotidiano do aluno.

Associado a essa ideia, pretendeu-se construir o texto para dialogar com o estudante por meio de inserções de seções com questões conceituais, sugestões de leitura em outros ambientes de aprendizagem, não limitando o universo de fontes para busca de conhecimento ou mesmo propondo atividades que envolvam a Física e o dia a dia do aluno ou da sociedade.

No Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio de Física, Brasil (2008b), na seção *Princípios e Critérios Comuns à Avaliação de Obras Didáticas para o Ensino Médio*, preconiza-se que

[...] o universo de referências não pode se esgotar no restrito espaço da sala de aula ou da obra didática, mas atuam como uma orientação importante para que os professores busque, de forma autônoma, outras fontes e experiências para complementar seu trabalho em sala de aula (Brasil, 2008b, p. 11).

Assim, pensou-se numa aprendizagem que não funcione apenas dentro do ambiente formal de educação

[...] a escola teria de repensar seu ensino não para funcionar somente dentro de seus muros, mas para ultrapassá-los e possibilitar aos seus alunos a continuidade de sua aprendizagem sem a presença do professor. (BRASIL, 2008a, p. 49)

[...] O aluno cuja competência investigativa tiver sido adequadamente desenvolvida na escola, ao deparar-se com situações problema para cuja solução os conhecimentos adquiridos são insuficientes, poderá recorrer a livros, à Internet, ou consultar um especialista para encontrar respostas razoáveis. (op. cit., p. 49)

[...] Para isso, a contextualização e a interdisciplinaridade devem ser consideradas. (op. cit. p. 49)

Ao longo do texto, evitou-se a fragmentação, a resolução de exercícios exagerada e sem retorno, com base em que

[...] Devem-se evitar oferecer aos alunos conteúdos específicos fragmentados ou, em muitos casos, técnicas de resolução de exercícios, já que o retorno será isso mesmo: conteúdos reprodutivos, na melhor das hipóteses, de pouca utilidade fora dos bancos escolares. (BRASIL, 2008a, p. 47)

Outro aspecto que norteou a construção do texto paradidático guarda relação com a noção de competências. Nesse sentido,

[...] a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para poder se relacionar com o mundo. (BRASIL, 2008a, p. 47)

Assim, pensou-se na possibilidade de não limitar o texto e as atividades nele presentes, nem à sala de aula e nem ao livro didático, possibilitando ao estudante a busca permanente por outras fontes de saberes, capazes de complementar as atividades pedagógicas desenvolvidas no espaço formal de educação, e relacioná-las com o mundo real vivenciado pelo aluno.

5.3.4. Selecionando um tema e algumas unidades temáticas

Para a organização desse texto paradidático, foram lidos artigos de divulgação científica nas áreas de Física e de Ensino de Física, jornais, revistas como Física na Escola, Ciência Hoje, *Scientific American*, que apresentam as Ciências Naturais, livros didáticos para os ensinos Médio e Superior, além de documentários e filmes que guardam relação com o ensino de Física e, claro, artigos científicos pertinentes ao foco deste trabalho.

Nesse texto, algumas unidades temáticas são apresentadas, levando-se em conta algumas tecnologias presentes na vida das pessoas, uma vez que

[...] Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparatos tecnológicos, de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais. Essa pode ser uma forma de se entender a preparação para o trabalho da qual trata a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/1996 e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio. (BRASIL, 2008a, p. 46)

Em vários momentos do texto, buscou-se destacar a tecnologia, considerando-se que os conteúdos presentes nos livros didáticos se apresentam desconexos da atual tecnologia, com a qual os alunos têm contato, como se pode verificar nos PCN.

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a

base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos. (BRASIL, 2008a, pp. 46-47)

Além disso, cada unidade temática trabalhada no texto guarda relação com um ou mais capítulos do LD adotado na Escola, onde se realizou esse trabalho de pesquisa.

5.3.5. Os PCN e PCN⁺ e os materiais paradidáticos

É sabido que os PCN e os PCN⁺ sugerem um conjunto de temas e unidades temáticas para auxiliar as escolhas do professor. (BRASIL, 2008a, p. 56).

Segundo os PCN⁺, alguns temas se apresentam como estruturadores, que articulam competências e conteúdos e apontam para novas práticas pedagógicas. Os temas sugeridos são seis, a saber:

- Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).
- Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).
- Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

- Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

- Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).

- Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Neste estudo, optou-se por trabalhar unidades temáticas do Tema 5, intitulado Matéria e Radiação, por guardar relação com os assuntos trabalhados ao longo do texto. Assim, pensou-se na seleção de conteúdos e numa prática educativa que seja capaz de complementar e viabilizar a melhoria de ensino, possibilitando ao professor auxílio enquanto outra fonte de informação.

[...] Muitas tentativas de mudança nas práticas educacionais esbarram na falta de material didático. Historicamente a escola se apóia no livro didático, que nem sempre está presente na escola pública. Outros materiais didáticos para promover a melhoria do ensino são deficitários. Existem livros paradidáticos que seriam de grande ajuda na atualização e na revisão do trabalho do professor em sala de aula, além de outras fontes de informação, via revistas especializadas e Internet. Uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino. (BRASIL, 2008a, p. 56)

Há necessidade de que a escola reveja os conteúdos ensinados e suas respectivas práticas educativas.

Os PCN⁺ trazem seis sugestões de temas e, neste trabalho, optou-se pelo Tema 5: Matéria e Radiação. É sabido que este tema viabiliza a inserção da Física moderna e contemporânea.

A opção pelo tema justifica-se pelo fato de ele ter grande potencial para a inserção da Física moderna e contemporânea no ensino médio, e por estar fortemente ligado às tecnologias atuais; além disso, porque há pouco material didático que trate dessa temática. (BRASIL, 2008a, pp. 57-58)

Dentro do Tema 5, optou-se também por trabalhar a seguinte unidade temática: *Radiações e suas interações*.

Com essa unidade temática, foi possível,

(1) identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização por meio das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia, etc.); (2) compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar, por exemplo, os fenômenos envolvidos em fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias; (3) avaliar os efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano. (BRASIL, 2008a, p. 58)

A figura 03, que se segue, relaciona os conteúdos e as possíveis conexões presentes na unidade temática, escolhida para organizar o texto paradidático.

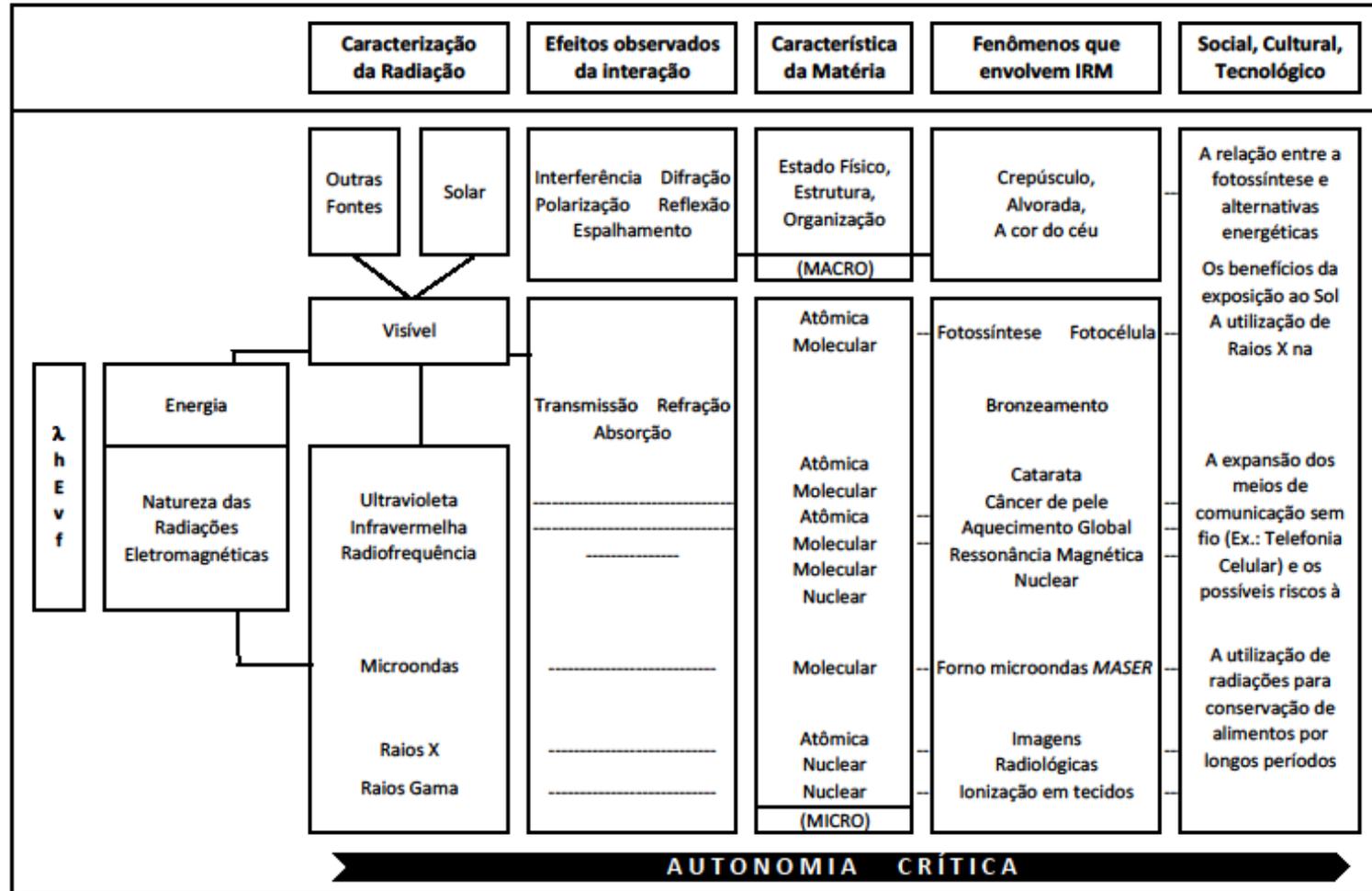


Figura 03. Fonte: BRASIL, 2008, v. 2. p. 59. Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

No próximo capítulo, discorre-se sobre a abordagem metodológica utilizada, justificando a sua escolha para o desenvolvimento desta pesquisa. Nele, são apresentadas as questões de pesquisa, os objetivos, as ferramentas de coletas de dados, além de se contextualizar o campo da pesquisa.

6. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Uma vez construído o texto paradidático de abordagem CTS, que visou a aproveitar a atualidade dos assuntos nele tratados, para motivar os alunos ao estudo da Física, chegou-se ao segundo objetivo deste trabalho que foi realizar uma investigação focada na avaliação que os alunos fizeram do texto paradidático produzido, como leitores críticos. Dessa forma, passou-se a buscar respostas para a seguinte questão de pesquisa:

Qual a avaliação, na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos, do TP construído com enfoque em CTS, e com propósitos de um ensino de Física contextualizado?

Nesse sentido, essa pesquisa investigou a utilização do TP, em apoio ao livro didático (LD), em uma turma com 28 (vinte e oito) alunos de 2.^a Série do Ensino Técnico integrado ao Médio de uma escola pública, no interior de Goiás – em um dos *campi* de um dos Institutos Federais.

Por se tratar de pesquisa envolvendo seres humanos, o então “Projeto de Pesquisa”, na ocasião de sua submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos, do Instituto Federal Goiano, sob protocolo 001/2011, tinha como título provisório “Refração da luz e suas aplicações: um texto paradidático de apoio”. No entanto, com a finalidade de delimitar mais o tema, passou-se a intitulá-lo como: “A luz, suas naturezas, sua propagação, o *Laser* e algumas aplicações: um texto paradidático de apoio”.

Para se iniciar o trabalho de investigação, aguardou-se o correspondente parecer consubstanciado (Anexo A) emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos, do Instituto Federal Goiano, para o *campus* (unidade escolar) onde se realizou a presente pesquisa. Os documentos providenciados para obtenção do referido parecer foram: (1) “Identificação” completa da pesquisa; (2) “Estrutura do Protocolo”; (3) “Projeto de Pesquisa; (4) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”; e (5) “Parecer do CEP”, devidamente aprovado. Esse item 5 se encontra ao final do trabalho (Anexo A).

Superada a fase relacionada à obtenção do parecer, deu-se continuidade à pesquisa, em relação à qual optou-se pela abordagem qualitativa, mais precisamente, pela realização de um Estudo de Caso, em que o pesquisador foi o próprio professor regente.

Sabe-se que no campo das Ciências Humanas e Sociais em que se situa “o estudo dos fenômenos educacionais” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 3), duas são as visões metodológicas em se tratando de pesquisa científica. A primeira delas, chamada de *Positivismo*, opõe-se ao racionalismo e ao idealismo.

Os positivistas acreditam que só a experiência sensível é capaz de produzir dados concretos para a Ciência, tomando-se como base apenas o mundo físico ou material observáveis. Para eles, a imaginação não tem lugar na Ciência e admitem que o mundo apenas pode ser entendido pelo método experimental.

Em geral, os positivistas estudam o mundo social por meio de levantamentos amostrais, tal como ocorre nas Ciências Naturais, a partir da lógica dessas ciências, como outras práticas de contagem, estudando o comportamento humano tomando-se variáveis dependentes e independentes.

Segundo Lüdke e André (1986), com a evolução dos estudos na área da Educação, percebeu-se que são poucos os fenômenos que podem ser submetidos a uma abordagem analítica.

Em Educação, afirmam, as coisas acontecem de maneira que dificilmente se consegue isolar as variáveis envolvidas, nem mesmo apontar claramente quais são as responsáveis por determinado efeito.

Lembram ainda que, ao se tentar esse tipo de estudo analítico, pode-se incorrer no risco de analisar fenômenos educacionais, que são extremamente complexos, de maneira reducionista e simplificadora. Segundo elas:

A própria noção de variável como dimensão quantificável do fenômeno teve, e ainda tem, grande destaque nos livros de metodologia de pesquisa em educação, indicando claramente o tipo de colocações que orientam a abordagem que tanto tempo predominou nas pesquisas educacionais. Durante muito tempo se acreditou na possibilidade de decompor os fenômenos educacionais em suas variáveis básicas, cujo estudo analítico, e se possível quantitativo, levaria ao conhecimento total desses fenômenos. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 3).

As autoras defendem que, em se tratando de pesquisas educacionais, há uma forte tendência dos pesquisadores migrarem para outro tipo de abordagem que não a puramente quantitativa. Elas defendem, portanto, os métodos não positivistas para os estudos em Educação.

Esses métodos, ao estudarem o homem, não o consideram um ser passivo, mas um ser que interpreta continuamente o mundo em que vive. Isso ocorre nos estudos interpretacionistas, por exemplo.

Ainda, segundo Lüdke e André (1986), para os positivistas, a pesquisa qualitativa é subjetiva e não científica, por considerarem que não se utilizam dados matemáticos capazes de descobrir relações de causa e efeito, por meio do tratamento estatístico.

Já, para os interpretacionistas, a investigação de experiências humanas deve ser feita partindo-se do pressuposto de que as pessoas estão em constante interação, além de interpretarem e construírem sentidos.

Por outro lado, eles criticam o posicionamento positivista, uma vez que os positivistas não concebem uma abordagem que se preocupa com a complexidade da teia de variáveis que agem no campo educacional. Nas abordagens positivistas, os estudos convergem para a busca de um fluxo linear entre as variáveis independentes e dependentes, não sendo suficientes para a resolução do problema da compreensão geral dos fenômenos educacionais.

Para os autores Bogdan e Taylor (1986), nos métodos qualitativos, o investigador envolve-se totalmente no campo de ação dos investigados, pois na sua essência, esse método de pesquisa baseia-se, fundamentalmente, em conversar, ouvir e permitir a livre expressão dos sujeitos da pesquisa.

Nas metodologias qualitativas, de acordo com Merriam (1988), os intervenientes da investigação não são reduzidos a variáveis isoladas e sim vistos como parte integrante de um todo, em seu contexto natural. Assim, ao tentar reduzir pessoas a dados estatísticos, algumas determinadas características do comportamento humano são desprezadas.

A autora menciona ainda que, para se compreender melhor os seres humanos, em nível de pensamento, deve-se lançar mão de dados descritivos, que acabam por ser consequência dos registros e anotações pessoais de determinados

comportamentos observados. Assim, os dados de natureza qualitativa são obtidos em um contexto natural, em contraposição aos dados de natureza quantitativa.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação na modalidade qualitativa aparece ao final do século XIX e no início do século XX, chegando ao seu apogeu nas décadas de 1960 e 1970, por meio de novos estudos e por sua divulgação.

Adelman e Kemp (1995) fazem alusão ao fato de que, nos anos 1950, a escola de gestão e administração de Harvard inicia a ideia de que o Estudo de Caso mostra-se apenas como uma forma de relatório descritivo. No entanto, desde os anos 1970, esse estudo consolida-se como um meio metodológico de tratamento e de organização de dados em investigações e que se apresentam essencialmente qualitativos, compreendendo a observação sistemática, a informal, a entrevista, o questionário e os dados documentais.

As autoras Lüdke e André (1986), ao fazerem uma discussão sobre a pesquisa qualitativa em Educação, apresentam tipos diferentes de abordagens metodológicas, entre as quais destacamos a etnográfica, que “é a descrição de um sistema de significados culturais de um determinado grupo” (p. 13), e o Estudo de Caso.

Para elas, o Estudo de Caso preocupa-se em estudar um único caso, uma situação particular. O caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos definidos, de maneira clara, no desenvolver do estudo, além de apresentar as características fundamentais, ou seja: (1) visar a descoberta; (2) enfatizar a “interpretação em contexto”; (3) buscar retratar a realidade de forma completa e profunda; (4) usar uma variedade de fontes de informação; (5) revelar experiência vicária e permitir generalizações naturalísticas, entendidas como de âmbito do leitor e de seu conhecimento experiencial; (6) procurar representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes em uma situação social; e (7) ao relatá-lo, ser utilizada uma linguagem e uma forma mais acessíveis em relação a outros relatórios de pesquisa.

Para Yin (2001), o Estudo de Caso é comumente utilizado em situações nas quais não se consegue controlar os acontecimentos, ou ainda, quando não é possível manipular as causas do comportamento dos sujeitos da pesquisa.

Segundo o autor, um Estudo de Caso baseia-se no trabalho de campo, estudando uma pessoa ou um grupo de pessoas, um programa ou mesmo uma

instituição em sua realidade e, para tanto, lança-se mão de entrevistas, observações, documentos e questionários.

Lüdke e André (1986) asseveram que o interesse do Estudo de Caso está focalizado no que ele tem de particular, de único, mesmo que mais tarde fiquem evidentes determinadas semelhanças com outras situações.

Assumindo que o conhecimento nunca está acabado, as características acima sugerem que o Estudo de Caso seja um estudo que se preocupa com contínuas reformulações de seus pressupostos. Depreende-se, também, que a compreensão de determinado fenômeno é ancorada tomando-se por base o contexto em que é observado.

A pesquisa qualitativa cuja origem deu-se basicamente no seio da Sociologia e da Antropologia, a partir dos anos 1960, mostrou-se promissora nos casos da pesquisa em Educação e em outras áreas do conhecimento, como Psicologia e Administração de Empresas.

Em geral, a pesquisa de abordagem qualitativa direciona-se ao longo do próprio desenvolvimento e, distintamente da quantitativa, não necessariamente enumera ou mensura eventos, além de não empregar aparatos estatísticos para análise de dados.

A abordagem utilizada neste trabalho, portanto, tem foco de interesse amplo, além de partir de uma perspectiva distinta daquela adotada em métodos do tipo quantitativo. Nesse sentido, a obtenção dos dados foi eminentemente descritiva, por meio do contato direto e interativo do investigador com a situação, objeto de estudo.

Nesse tipo de abordagem, o pesquisador procura compreender os fenômenos e fazer a análise e interpretação dos fenômenos observados, a partir da perspectiva dos participantes.

Ressalte-se que os estudos, dentro da linha qualitativa de pesquisa, são diferentes dos de natureza quantitativa, sem, no entanto, significar que sejam excludentes, quanto à forma, ao método e aos objetivos.

Godoy (1995) chama a atenção para a diversidade que há entre os trabalhos qualitativos e também enumera algumas características básicas que identificam uma pesquisa qualitativa, quais sejam: (1) o ambiente natural como fonte direta de obtenção de dados; (2) o investigador como fundamental instrumento de coleta de dados; (3) o caráter descritivo da pesquisa e o significado que as pessoas dão às

coisas e à sua vida como preocupação do pesquisador; além de (4) o enfoque ser indutivo.

Tomaram-se algumas decisões ao se pensar qual seria o caminho metodológico a ser seguido para responder as questões de pesquisa. A primeira delas foi optar entre como obter os dados. Como mencionado anteriormente, para este trabalho, optou-se por fazer uma pesquisa de campo, de abordagem qualitativa, na sala de aula de uma turma do Ensino Médio, na qual se trabalharam alguns tópicos de Ótica relacionados à luz e ao *laser*, utilizando-se o texto paradidático com enfoque CTS, produzido para esse fim.

Classificar tipos de pesquisa, segundo os objetivos, significa indagar sobre as suas metas, finalidades e sobre o tipo de resultado esperado. Assim, quanto ao objetivo, que foi avaliar o material produzido para esse trabalho, solicitou-se aos alunos que fizessem essa avaliação, tendo como referência o que aprenderam sobre os conceitos nele trabalhados. É justamente isso que sugere essa pesquisa ser do tipo descritiva.

Nesse sentido, pretendeu-se descrever as características do nosso objeto de estudo, a efetividade do texto paradidático para a aprendizagem, na avaliação dos alunos que o utilizaram, tanto do ponto de vista das suas opiniões sobre o texto em si, quanto do ponto de vista da avaliação da aprendizagem feita pelo professor que o utilizou com esses alunos.

Essa pesquisa não se interessou no porquê, mas se preocupou em apresentar as características mais efetivas para a aprendizagem do texto paradidático.

Já, segundo os procedimentos de coleta de dados, por se tratar de uma pesquisa de campo, optou-se por buscar a informação diretamente com a população pesquisada, exigindo do pesquisador um encontro mais direto com as fontes de informação, neste caso, os alunos. O pesquisador foi ao lugar – a sala de aula – onde o fenômeno ocorreu, para reunir as informações. As pesquisas de caráter exploratório e descritivo são, geralmente, pesquisas de campo.

A pesquisa enfocou um Estudo de Caso, por ter sido desenvolvida exclusivamente em uma única sala de aula com 28 (vinte e oito) alunos da 2.^a série do Ensino Médio integrado ao Técnico em Informática, em uma escola pública federal.

As respostas dos alunos às questões dissertativas apresentaram um estilo informal, ilustradas por citações, exemplos e descrições.

Após optar pelo tipo da abordagem e também pela estratégia metodológica, a preocupação passou a residir na escolha das técnicas de coleta de dados, que preferencialmente, neste trabalho, serão chamados de informações pelo que já foi desenvolvido neste capítulo.

Importante ressaltar que, neste estudo, quando se escreve a expressão “coleta de dados”, pretende-se que esses “dados” não sejam entendidos como “dados objetivos”.

Nesse sentido,

“Não se pode entender os significados atribuídos às perguntas pelos sujeitos nem entender suas respostas sem conhecê-los. Ao invés de reconhecer as condições da pesquisa como problemáticas e de tentar analisá-las, os pesquisadores partem da **suposição de que seus dados são ‘objetivos’**. Isso, diz Cicourel, faz com que as condições da pesquisa sejam exploradas **não pelo seu potencial metodológico e teórico, mas como veículos para a obtenção de ‘dados substantivos’, ocultando o fato de que tais dados são apenas tão bons quanto a teoria básica e os métodos usados em descobri-los e interpretá-los.** (BERREMAN et alii, 1975, p. 21 – os grifos são nossos).”

Ao exposto acima, o significado atribuído ao termo “dado” é entendido como “informação”. Note-se que as informações, sejam qualitativas ou quantitativas, nem sempre são produzidas pelo pesquisador, mas conhecidas por ele por meio de verificação de elementos ligados ao problema estudado. Esses “dados”, então, são “informações” qualitativas para a pesquisa.

De acordo com Tuckman (2000), as fontes de obtenção de informações possíveis de serem utilizadas, em um Estudo de Caso, são geralmente de três formas: (1) entrevistas, (2) documentos variados e (3) observação.

Neste trabalho, a coleta das informações deu-se particularmente pelo investigador e, no contexto escolar, baseou-se especificamente: (1) nas observações diretas, no espaço da sala de aula e registros em diário, por meio de notas; (2) nos questionários e nas entrevistas; (3) na coleção de documentos a partir das tarefas realizadas pelos sujeitos da pesquisa, tais como: a leitura, as apresentações e discussões, as resoluções dos questionários de avaliação e de pesquisa, bem como as gravações das entrevistas.

De outro olhar, Lincoln e Guba (1985), sugerem que a coleta de dados, aqui entendidos como informações, deve ser interrompida, assim que o pesquisador perceber que os depoimentos começam a ficar repetitivos.

Comentam ainda que, nessa situação, atinge-se o que chamam de “ponto de saturação”. Com base nesse raciocínio, decidiu-se finalizar a coleta de informações, ao final de 8 (oito) aulas, por considerar que elas, além de já se mostrarem suficientes, sinalizaram certa redundância, no âmbito do trabalho investigativo.

Os instrumentos para a coleta de informações do presente trabalho foram os seguintes:

- 1) resolução das questões discursivas presentes no TP, elaboração de apresentações e discussão por grupos de alunos, após a leitura do TP;
- 2) questionário de avaliação contendo questões abertas sobre as noções de Luz, *LASER* e suas aplicações e que se fazem presentes no final do texto paradidático construído;
- 3) questionário de pesquisa (Apêndice A);
- 4) entrevista, cujo tipo que mais se adéqua para o propósito deste estudo é a menos estruturada, menos esquemática e que se apresenta de forma mais flexível.

Esta opção exigiu do pesquisador maior atenção; uma análise mais detalhada em termos de interpretação das “falas” dos alunos – sujeitos da pesquisa – a respeito da utilização, leitura e interpretação do texto paradidático; desenvolvimento da agenda de entrevista; maior disponibilidade de tempo para transcrever cada entrevista realizada e de outros elementos que compõem a organização dessa técnica, incluindo-se os aspectos éticos que foram rigorosamente levados a cabo.

Desta forma, optou-se pela entrevista semiestruturada acompanhada de um roteiro básico constante do Anexo C, desta dissertação. Esse roteiro básico possibilitou a cada entrevistado(a) o desenvolvimento de sua própria linha, diga-se, dorsal de pensamento, com base em suas vivências, experiências pessoais e enquanto estudantes, leitores críticos.

Importa ressaltar que se optou por esse tipo de entrevista, a semiestruturada, e portanto menos rígida, por desencadear e favorecer um processo mais interativo e de certa complexidade capaz de realçar um caráter mais reflexivo.

Esse caráter reflexivo pode ser identificado na questão 6 (seis), do Apêndice C: Na sua opinião, esse texto deveria/poderia ser utilizado numa aula só ou em

várias aulas? Por quê? Deve-se observar que para respondê-la, provavelmente o estudante não apenas pensará no texto propriamente dito ou mesmo só nas aulas de Física. Certamente será levado a pensar nas possíveis interações do temas presentes no texto paradidático lido, com outras disciplinas ou mesmo outros temas como Tecnologia e Sociedade. Talvez ele possa refletir se perguntando: Quais são os assuntos constantes desse texto que têm a ver com a Biologia? E com a Tecnologia? E com a Sociedade?

Nesse sentido, foi necessária uma atenção especial ao ouvir e ao observar cada entrevista e, dessa forma, apreender muito mais do que simples dados, mas informações, muitas vezes carregadas de outros significados relevantes para este trabalho de investigação.

Além disso, durante e após a aplicação do texto paradidático, analisaram-se: a observação da sala de aula quando da aplicação do texto paradidático; as apresentações e discussões dos grupos, depois de terem lido o texto proposto; entrevistas com os alunos participantes; todos os documentos de avaliações produzidos pelos alunos durante o decorrer do processo; e anotações realizadas, em um diário, pelo pesquisador.

Também foram aplicados questionários e realizadas entrevistas semiestruturadas, além de se fazer análise das atividades escritas dos alunos. Foram gravadas as entrevistas, dentro dos preceitos éticos necessários à pesquisa que envolve seres humanos.

Como sujeitos da pesquisa, participaram 28 estudantes, entre 16 e 18 anos de idade, da 2.^a série do Ensino Médio integrado ao Técnico em Informática.

Por se tratar de um curso integrado, eles têm atividades formais de educação durante dois turnos: matutino e vespertino. Todos os integrantes da turma participaram espontânea e ativamente da leitura do texto, que se deu ao longo de 4 (quatro) blocos de 2 (duas) aulas, em dias distintos, perfazendo um total de 8 (oito) aulas. Depois de aplicado o texto, que fora trabalhado em dois encontros de duas aulas cada, passou-se à segunda etapa da atividade, na qual a turma foi dividida em grupos de estudantes, para que se organizassem e construíssem apresentações relacionadas a diferentes fragmentos do texto, de forma que todo o texto passasse a ser discutido/explicado pelo total de grupos, ao final de todas as apresentações.

Ao mesmo tempo em que os grupos se preparavam e construíam as respectivas apresentações, em horário extrassala, respondiam todas as questões constantes do texto paradidático, que norteavam a elaboração/construção das apresentações de cada grupo.

Durante as apresentações – geralmente exposições em *Power Point* – foram discutidas a leitura e compreensão do texto, bem como os conceitos e fenômenos constantes dele. Eventualmente, o professor-pesquisador mediava as discussões no sentido de problematizá-las e com vistas a promover reflexões pertinentes à compreensão científica dos temas trabalhados.

Na terceira etapa, passou-se a aplicar o questionário de pesquisa (Apêndice A), mediante utilização do aplicativo *Google Docs*. Para tanto, os estudantes foram encaminhados a um dos laboratórios de informática da instituição de ensino onde se executou a pesquisa.

Esse instrumento de coleta de dados – o questionário de pesquisa – era composto de duas partes estruturais básicas: um cabeçalho, no qual em poucas palavras foram apresentados: uma breve ideia a respeito desse questionário de pesquisa, suas intenções, e também os esclarecimentos relacionados às questões de ética em pesquisa envolvendo seres humanos.

A segunda parte – o questionário propriamente dito – foi composta de três blocos de questões categorizadas de acordo com os eixos norteadores a seguir explicitados.

Primeiro bloco – “aspectos mediadores aluno, professor e livro didático”. Esse bloco era constituído de 6 (seis) questões, com o objetivo de identificar quais seriam, na opinião dos alunos, os aspectos positivos e negativos do texto paradidático, no tocante a aproximar os conceitos trabalhados com o dia a dia dos alunos.

Segundo bloco – “aspectos relacionados à leitura e à motivação”. Com também 6 (seis) questões, o propósito era inferir, a partir das respostas, se a leitura do texto paradidático, de alguma forma, estimulou-os a aprender Física, se despertou mais a curiosidade pela Ciência e Tecnologia e se houve aprendizagem de conceitos físicos.

Terceiro e último bloco de questões – “aspectos educacionais” – foram o principal objetivo. Com 10 (dez) questões, procurou-se identificar se o material facilitou a aprendizagem de conceitos de Física, além de procurar investigar se o

texto os auxiliou a visualizar relações dos conceitos trabalhados com a Tecnologia e com o dia a dia deles.

Ao se pensar na formulação dos enunciados e alternativas (quando necessárias) das questões constantes do questionário de pesquisa, procurou-se levar em consideração as orientações propostas em Gil (1999).

A análise das respostas para as questões, tanto fechadas quanto abertas, foi feita segundo Lüdke e André (1986) e Bogdan e Biklen (1994), que propõem categorizações das respostas.

A aplicação desse questionário à turma se deu na própria escola, durante os respectivos horários de aulas de Física, com a presença do professor-pesquisador, seguindo as etapas ordenadas.

Como mencionado anteriormente, os alunos foram conduzidos a um dos laboratórios de informática da Instituição, onde se tinha acesso à *Internet*. Esse procedimento foi necessário, uma vez que o questionário de pesquisa foi disponibilizado por meio da ferramenta de pesquisa do *Google Docs*, que facilitou sobremaneira a coleta e a tabulação do conjunto de informações para ser analisado.

Inicialmente o projeto foi apresentado ressaltando-se a importância do envolvimento com o comprometimento de cada estudante, quanto à honestidade e à autenticidade das respostas. Para responder especificamente o questionário, a turma teve um tempo disponível equivalente a uma aula de 50 minutos, suficiente para que todos os presentes o respondessem. Dessa forma, evitou-se prejuízo na qualidade da tomada dessas informações, descartando qualquer possibilidade de que o tempo fosse um limitador.

Na quarta etapa da atividade, foram entrevistados 10 (dez) alunos, tomados aleatoriamente e de acordo com a pré-disposição de cada um deles para falar.

Para evitar eventuais constrangimentos e, por decorrência, “artificialização” dos depoimentos, algumas providências foram tomadas. (1) As gravações se deram no interior da sala de aula, ambiente descontraído e informal. (2) Cada estudante decidiu, espontaneamente, se falava/gravava ou não. (3) Aquele que se interessava em falar, pedia para fazê-lo, levantando um dos braços e, então, a câmera filmadora era levada até o interessado, deixando-o no primeiro plano e, particularmente, destacando-o dos demais estudantes, durante a sua fala. (4) Foi assegurado o anonimato dos sujeitos participantes, tanto nos documentos constantes do anexo

referente ao parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos – CEP, quanto nas verbalizações do professor-pesquisador, momentos antes de dar início às entrevistas, quando lhes garantiu que todo o material será acessado, de forma restrita, pelo pesquisador e com fins exclusivos a esta pesquisa e que, uma vez concluída, as correspondentes imagens seriam totalmente destruídas.

Um dos propósitos dessas entrevistas foi o de identificar, entre os alunos, informações acerca dos procedimentos utilizados para investigar aspectos, tais como: (1) as dificuldades encontradas durante a leitura do texto; (2) os avanços relativos à aprendizagem de conceitos de Ótica alcançados mediante a utilização daquele texto durante as aulas; e (3) o impacto da metodologia utilizada nas aulas contextualizadas a partir do enfoque CTS, presente no texto.

Neste estudo considerou-se como documentos reunidos: (a) as respostas ao questionário de conhecimento sobre os assuntos trabalhados durante as aulas e ao longo do texto paradidático; (b) o Questionário de pesquisa; e (c) as entrevistas que foram gravadas em vídeo.

Esses registros foram produzidos pelos estudantes, sujeitos da pesquisa, e quando necessário, corrigidos e analisados no transcorrer da investigação pelo professor-pesquisador, com vistas a compreender quais as principais dificuldades sentidas pelos alunos durante a leitura. Para tanto, consideraram-se eventuais avanços dos alunos em relação à habilidade de interpretação do texto paradidático utilizado, bem como a compreensão dos conceitos de Ótica nele presentes.

A análise documental pode ser uma ferramenta valiosa para obtenção de informações nas pesquisas qualitativas.

Documento é todo e qualquer material textual que fornece informações relevantes para uma pesquisa, por exemplo: arquivos escolares, provas, trabalhos dos alunos, testes, porta-fólios, reportagens, leis, regulamentos, normas, pareceres, memorandos etc.

Esse material é fonte durável e rica de informações, já que pode ser examinados diversas vezes. Desse tipo de material, também se podem extrair informações que se baseiam em declarações e que, portanto, são fontes naturais de informação.

Segundo Lüdke e André (1986), não se escolhem documentos de forma aleatória, mas sim pelos propósitos da pesquisa, ou seja, pelas questões quanto ao objetivo, que foi avaliar o material produzido para esse trabalho, por meio da solicitação aos alunos que fizessem essa avaliação, tendo como referência o que aprenderam sobre os conceitos nele trabalhados.

Para Tuckman (2000), os documentos que os participantes e os observadores produzem apresentam-se, em geral, na forma de relatórios ou atas.

Durante a realização das atividades, pretendeu-se verificar o desempenho e a criatividade dos estudantes. Nessas atividades, os estudantes utilizaram o computador, a Internet e o aplicativo *Google Docs*, para responderem as questões constantes dos questionários de pesquisa e também para fazerem a leitura do texto paradidático, uma vez que, ao longo do referido texto, os alunos precisavam acessar, por meio de *links*, que se apresentaram em algumas situações como hipertextos relacionados aos temas trabalhados e, portanto, presentes no material; alguns aplicativos (*applets*) que tinham como principal objetivo ilustrar ou facilitar a compreensão de determinados conceitos e fenômenos apresentados no transcorrer da leitura.

A principal finalidade do vídeo gravado com alunos da turma, ao final do estudo, foi obter mais um registro das opiniões em relação à compreensão do texto paradidático e à estratégia de ensino baseada em leitura e interpretação do texto. Os estudantes falaram sobre a estratégia de ensino, expressando o que fizeram, e sobre as atividades realizadas, tanto para a leitura, quanto para o estudo de conceitos de Física relacionados à Luz, ao *LASER* e às suas aplicações.

Para isso, foram apresentadas as seis seguintes questões básicas: (1) O que mais lhe chamou a atenção no texto paradidático? (2) O que você achou difícil, no texto? (3) O que você achou fácil, no texto? (4) De que você mais gostou no texto? (5) De que você gostou menos no texto?

Os documentos reunidos para esta pesquisa foram os produzidos pelos alunos e fizeram referência ao trabalho relacionado com o uso do texto paradidático, especialmente produzido para esse estudo. Foram coletados os questionários respondidos pelos alunos, as respostas de cada avaliação discursiva aplicada e, também, as entrevistas gravadas, as quais foram transcritas pelo pesquisador, na íntegra.

Como já citado, durante o estudo, o pesquisador não só foi parte integrante da situação, como contribuiu para seu acontecimento. O fato de tais observações terem sido no próprio ambiente natural dos alunos, dentro do contexto da sala de aula e durante as aulas de Física, contribuiu sobremaneira para a compreensão das ações dos alunos, em geral espontâneas, durante a execução do total de atividades propostas pelo pesquisador e plenamente realizadas pelos sujeitos. Tal abordagem pode ser configurada como pesquisador “participante”, considerando que o professor-pesquisador foi o provocador de grande parte das ações desenvolvidas.

Ocorre uma observação participante quando “se admite que o pesquisador sempre tem um grau de interação com a situação estudada, afetando-a e sendo por ela afetado” (ZIMMERMANN, 1997, p. 74).

Para Tuckman (2000), na investigação qualitativa, a observação visa ao exame do ambiente, por meio de um esquema geral, para que haja orientação e para que o produto dessa observação seja registrado em *diário*, com notas efetuadas pelo professor-pesquisador de narrativas durante a aplicação do texto e desenvolvimento da pesquisa.

Essas narrativas que relatam os acontecimentos para que o pesquisador possa fazer consultas posteriores e são comumente diário de bordo (*log*), diário íntimo (*diary*) e registro quotidiano (*journal*).

O diário de bordo apresenta caráter mais objetivo dos acontecimentos. O íntimo, que procura ir além da objetividade do texto, permite que o autor se afaste, permitindo-lhe reflexões acerca do ato educativo por meio do diálogo do autor com ele mesmo e com suas ações. Já o registro quotidiano, segundo Alarcão (1996), contempla os dois tipos de narrativas anteriores e, o mais importante aqui neste estudo, com a vantagem de restabelecer os fatos e sentimentos vivenciados, possibilitando a tomada de consciência do que foi objetivo e subjetivo.

Nesta dissertação, o termo *diário* é assumido com o mesmo sentido que o do *registro quotidiano*, acima descrito.

A grande vantagem da utilização do diário e das posteriores e recorrentes consultas foi a de permitir ao pesquisador refletir sobre sua prática e a dinâmica do seu trabalho de pesquisa.

Assim, o diário pode ser entendido como

um guia de reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência (PORLÁN; MARTÍN, 1997, pp.19-20).

As anotações no diário foram feitas em um caderno, no qual foram registradas as narrativas dos acontecimentos em cada uma das etapas da pesquisa. Procurou-se fazê-lo de forma detalhada e precisa, em que foram indicados os locais, datas e horários do máximo de fatos relevantes à pesquisa como: os passos, as descobertas e indagações, as entrevistas, as respostas aos questionários, os resultados e correspondentes análises.

Tal como o nome sugere, foi um Diário, preenchido ao longo de cada etapa do trabalho e investigação, trazendo as anotações, eventuais rascunhos, e quaisquer ideias que pudessem surgir no transcorrer do desenvolvimento da pesquisa.

Já Bogdan e Biklen (1994), referem-se à observação participante como a melhor técnica de coleta de informações para o estudo qualitativo.

As afirmações dos autores acima e as características dos sujeitos desta pesquisa, supostamente não muito acostumados à prática da leitura, contribuíram fortemente para que o pesquisador fizesse anotações como as descritas no parágrafo seguinte.

Dessa forma, o investigador teve sua atuação na sala de aula e baseou-se na observação dos alunos, ora estudados, e também em registros, por meio de notas/anotações em um diário, dos indícios acerca da aprendizagem e das dificuldades relativas aos conceitos trabalhados e presentes no texto paradidático, e percebidas ao longo da realização das atividades.

No caso dessa pesquisa, o pesquisador foi o próprio professor. Portanto, enquanto professor-pesquisador não só fui parte integrante da situação como fui um dos principais atores e, sem dúvida, fiz a situação acontecer.

Diante do exposto, portanto, foi uma opção pensada, a de participar com os alunos na avaliação da utilização do texto paradidático especialmente construído para essa pesquisa.

A pesquisa participante deu-se durante todo o tempo dedicado ao trabalho de campo, ou seja, durante todas as 8 (oito) aulas em que se utilizou o texto paradidático e se trabalhou parte do conteúdo de Ótica, especificamente com temas

relacionados à Luz e ao *Laser*, com os alunos da turma pesquisada. Todas as atividades de sala de aula foram documentadas. Sempre que possível e necessário, foram tomadas notas descritivas formando um diário com detalhes relevantes da investigação e de situações particulares. Após cada aula observada, as notas e os filmes foram revistos, sempre que possível, para que não se perdessem detalhes da memória e se pudessem realizar novas anotações.

A coleta de informações foi complementada pela aplicação de um questionário de pesquisa ao longo das 8 (oito) aulas.

Esse questionário de pesquisa (Apêndice A) foi aplicado logo após terem sido efetuadas as leituras do texto paradidático, as apresentações dos grupos de alunos, seguidas de discussões, e após terem respondido as questões constantes do texto paradidático.

A última etapa da coleta de informações junto aos alunos se deu por meio de entrevista que, ao lado da observação, constitui-se em instrumento valioso desse tipo de coleta.

Segundo Boni e Quaresma (2005),

[...] as formas de entrevistas mais utilizadas em Ciências Sociais são: a entrevista estruturada, semi-estruturada, aberta, entrevistas com grupos focais, história de vida e também a entrevista projetiva. (BONI; QUARESMA, 2005, p. 72).

Neste trabalho, discorreu-se apenas sobre a entrevista semi-estruturada.

Para Boni e Quaresma (2005), as entrevistas semi-estruturadas combinam perguntas abertas e fechadas. Nelas, o entrevistado discorre acerca do tema proposto. O pesquisador segue um conjunto de questões previamente estabelecidas e procura fazê-lo dentro de um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal.

As autoras chamam a atenção para o fato de que o entrevistador deve ficar atento para dirigir, quando julgar conveniente, a discussão para o assunto que o interessa, adicionando perguntas, com vistas a esclarecer questões, ainda obscuras, ou mesmo ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o entrevistado “escape” ao tema ou tenha dificuldades a ele relacionadas.

A principal vantagem da entrevista aberta e também da semi-estruturada é que essas duas técnicas quase sempre produzem uma melhor amostra da população de interesse [...] Outra vantagem diz respeito à dificuldade que muitas pessoas têm de responder por escrito. Nos dois tipos de entrevista isso não gera nenhum problema, pode-se entrevistar pessoas que não sabem ler ou escrever. Além do mais, esses dois tipos de entrevista possibilitam a correção de enganos dos informantes, enganos que muitas vezes não poderão ser corrigidos no caso da utilização do questionário escrito. (BONI; QUARESMA, 2005, p. 72).

Recorreu-se a um esquema mais livre e menos estruturado, por concordar com a literatura acima descrita e, em especial, com Lüdke e André (1986).

As informações que se quer obter, e os informantes que se quer contatar, em geral [...] alunos e pais, são mais convenientemente abordáveis através de um instrumento mais flexível. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 34).

Segundo Goldenberg (1997), para se realizar uma entrevista bem-sucedida, faz-se necessário criar uma atmosfera amistosa e de confiança, sem discordar das opiniões dos entrevistados e ainda procurar ser o mais neutro possível. Esta e as demais recomendações foram levadas em consideração ao serem efetivadas as entrevistas.

Como mencionado anteriormente, a instituição escolhida para a pesquisa é uma instituição da Rede Pública Federal de Educação, um dos *campi* de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Essa escolha se deu pelo fato de o pesquisador trabalhar, atualmente, naquele *campus*. A instituição foi criada pela lei 1.923 de 28 de julho de 1953, subordinada a então Superintendência do Ensino Agrícola e Veterinário – SEAV, do Ministério da Agricultura. Teve suas atividades iniciadas em março de 1956.

Em 16 de novembro de 1993, a Instituição passou a ser constituída sob a forma de Autarquia Federal, mediante a Lei 8.731/93, vinculada à Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação e do Desporto (MEC).

Em 1999, foi implantado o Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, o que credenciou a instituição junto ao MEC, para o processo de transformação da Instituição em Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET.

Em 16 de Agosto de 2002, foi transformada em Centro Federal de Educação Tecnológica, por meio de um decreto presidencial e, em 2003, foi implantado o curso superior de Tecnologia em Sistemas de Informação.

Posteriormente, a Lei 11.892 foi sancionada, no dia 29 de dezembro de 2008, criando os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, o que culminou a transformação da Instituição em um *campus* DE UM Instituto Federal.

A Instituição atende alunos tanto de nível médio quanto de ensino superior. Encontra-se localizada na região sudeste do estado de Goiás, com uma área total de 512 ha.

O contexto socioeconômico e cultural da região em que está inserida, conta com uma população de, aproximadamente, 3.573.115 habitantes, cuja maioria é de jovens e trabalhadores.

A Instituição está situada em uma área que abrange, além do município em que se insere, outros 32 (trinta e dois) municípios.

As atividades econômicas da região são a agropecuária, entre as quais se destacam as culturas de soja, arroz, milho, algodão, além da criação de gado leiteiro e de corte. Outras atividades como a da agroindústria e que transformam carnes e subprodutos, além de laticínios para consumo e exportação.

Atualmente, o número de alunos matriculados no ensino médio e técnico é de, aproximadamente, 670 (seiscentos e setenta). No Ensino Superior, esse número se aproxima de 600 (seiscentos), totalizando 1270 alunos matriculados e que estudam nos turnos matutino, vespertino e noturno.

Os cursos oferecidos pela Instituição escolhida para o desenvolvimento da pesquisa são:

- em nível médio de ensino: Técnico em Agropecuária concomitante e/ou subsequente; Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio, na modalidade PROEJA; Técnico em Redes; Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio e Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio;
- em nível superior: Bacharelado em Agronomia; Bacharelado em Engenharia Agrícola; Licenciatura em Ciências Biológicas; Licenciatura em Matemática; Licenciatura em Química; Tecnologia em Alimentos; Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas; Tecnologia em Gestão Ambiental; Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação e Tecnologia em Irrigação e Drenagem.

O ingresso dos alunos nos cursos de nível médio é feito por meio de exame de seleção. Nos de nível superior, por sua vez, podem ingressar por meio de sua classificação no ENEM ou, no caso das vagas remanescentes, por processo seletivo

público ou por exames de transferências para as vagas também remanescentes de períodos/semestres mais adiantados.

O texto paradidático foi aplicado e utilizado em uma sala de aula do 2.º Ano do curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, já que a Ótica é trabalhada, comumente, na 2.ª série do EM.

Tendo em vista esse contexto, entendeu-se que o uso do texto paradidático nessa instituição poderia oferecer aos alunos uma atividade diferente e estimuladora.

Conforme lembra Teixeira (2003), “a pesquisa se realiza fundamentalmente por uma linguagem fundada em conceitos, proposições, métodos e técnicas” e isso impõe um ritmo próprio e particular, denominado ciclo de pesquisa.

De acordo com Minayo (2004), tal ritmo é constituído de três momentos, sendo: (1) a fase exploratória; (2) o trabalho de campo; e (3) o tratamento do material.

Nos parágrafos anteriores foram descritos a chamada fase exploratória e o trabalho de campo. Na fase exploratória, foram questionados aspectos inerentes ao objeto de pesquisa, aos pressupostos de pesquisa, conceituais, teóricos e metodológicos e que foram necessários para dar seguimento ao trabalho de campo.

Nessa outra fase – o trabalho de campo –, tal como descrito anteriormente, utilizaram-se várias técnicas de coleta de informações como: entrevistas, questionários, observações seguidas de notas em diário, além das pesquisas bibliográficas e documentais.

Ao longo do período em que se transcorreu a pesquisa foi solicitado aos alunos que respondessem o questionário conceitual, presente no TP, que teve sua aplicação fracionada devido à extensão.

Importante lembrar que, entre uma semana e outra, foi sugerido aos estudantes que tentassem responder essas questões conceituais fora do ambiente da sala de aula, com o intuito de provocar neles a iniciativa de buscarem outras fontes de informação e conhecimento.

O objetivo dessas questões conceituais foi o de buscar evidências de aprendizagem, eventuais mudanças de comportamento em relação à leitura e nível de compreensão/interpretação por parte dos sujeitos, submetidos às atividades.

Isso, de certa forma, sinalizaria algumas evidências em relação às respostas para as perguntas de pesquisa.

Tratamento das Informações

Finalmente, passou-se ao tratamento do material coletado que, ainda segundo Minayo (2004), pode ser subdividido em: (1) ordenação; (2) classificação; e (3) análise propriamente dita.

Como referência, tomou-se as três subdivisões para o tratamento do material, mencionadas por essa autora, pois essas subdivisões são adequadas a este modelo de estudo investigativo.

A ordenação corresponde à escrita de notas registradas no diário. Essas notas foram resultantes das observações dos sujeitos da pesquisa – os alunos - durante o período em que se aplicou o texto paradidático. A classificação correspondeu ao resumo ou mesmo à estruturação das notas constantes do diário, respostas dos alunos ao questionário de pesquisa e ao de conhecimento. Por fim, a análise

tem como objetivo organizar e sumarizar os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de resposta ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação com outros conhecimentos anteriores obtidos (GIL, 1999, p. 168)

Merriam (1998) destaca algumas técnicas de análise de dados em pesquisa qualitativa, são elas: análise fenomenológica, análise narrativa, análise de conteúdo, análise etnográfica, método comparativo constante e indução analítica.

Face ao exposto acima, aos propósitos e às características do presente estudo, optou-se por fazer uma indução analítica. Assim, na análise dos dados, teve-se o cuidado de ler mais de uma vez todos os documentos produzidos na pesquisa e colecionados, que foram as notas feitas no diário, além de procurar transcrever todos os registros, com a finalidade de se ter uma ampla e completa visão acerca do objeto de pesquisa.

Todos os materiais coletados ao longo do trabalho como: as notas, os questionários, as entrevistas e as gravações em vídeo, foram devidamente organizados numa espécie de dossiê. Essa coleção organizada de documentos foi submetida a uma análise pormenorizada e indutiva.

Analisou-se o conteúdo do questionário de pesquisa e de conceitos, com a finalidade de identificar e melhor conhecer o grupo pesquisado em níveis relacionados aos hábitos, dificuldades, interesse pela Física, concepções, interesse pela leitura e a capacidade/habilidade de interpretação de texto.

Elaborou-se um resumo das notas, buscando estruturar, a partir das informações coletadas, relacionadas aos avanços obtidos pelos sujeitos com a leitura do TP, e também as dificuldades encontradas por eles relacionadas à leitura do texto. Transcreveu-se e analisou-se as respostas aos questionários, os relatos constantes da entrevista e os documentos, como o questionário conceitual presente no TP utilizado, as apresentações, as discussões e o vídeo.

Por fim, observou-se toda a informação elaborada e compactada em quadros síntese, o que implicou conclusões fundamentadas na forma de narrativa.

A análise e a interpretação dos dados estiveram relacionadas às questões de pesquisa levantadas e apresentadas no início do estudo.

Os resultados provenientes da observação tiveram por base a análise das notas constantes do diário do investigador, as quais se deram ao longo do processo de investigação, e também a partir da análise dos demais documentos que tiveram origem nas entrevistas e nas respostas ao questionário de opinião (ou de pesquisa).

As notas constantes do diário foram elaboradas no transcorrer da pesquisa, a qual se deu ao longo do período compreendido entre o início do mês de março e meados do mês de maio de 2011. Tais anotações se deram durante e depois das atividades pedagógicas desenvolvidas pelos alunos, da turma pesquisada, durante a aplicação do texto paradidático, que se baseou na leitura e na interpretação dele, bem como nas apresentações e debates promovidos pelos alunos.

Entre os objetivos dessas anotações, destacam-se como principais os avanços e as dificuldades sentidos pelos estudantes durante e após a utilização do texto.

Intencionalmente, durante os períodos das anotações, o investigador se restringiu a apenas observar a postura de cada estudante, sem qualquer pretensão

de direcionar aspectos relacionados aos conteúdos do texto ou mesmo da pesquisa. Assim, o desenrolar tanto da atividade pedagógica quanto da atividade de pesquisa não se destacaria como inflexível.

Por conta dessa forma flexível de conduzir o trabalho, houve ajustes e redirecionamentos para que as questões de pesquisa orientassem a investigação.

Os discursos de alguns alunos, tomados aleatória e espontaneamente, foram videofilmados, imediatamente após o último bloco de aulas da aplicação da atividade com o texto. Os vídeos com as falas foram transcritos para que se permitisse, ao pesquisador, a análise textual do discurso dos sujeitos entrevistados. Essa análise consistiu da “leitura e interpretação”, por parte do pesquisador, de um conjunto de materiais linguísticos com vistas à construção de novas compreensões relativas ao objeto de estudo, que é a estratégia de ensino por meio da leitura de texto paradidático sobre a luz e o *laser*.

Discurso e enunciado segundo Bakhtin

Para se proceder à categorização, percorreu-se algumas etapas que serão descritas a seguir.

Primeiramente, algumas falas (ou enunciados) dos sujeitos foram identificadas e interpretadas como simples opiniões, ou mesmo, como argumentos dos sujeitos.

Em um segundo momento, passou-se a interpretar os *gêneros de discurso* constantes dos enunciados orais e escritos, então apresentados pelos sujeitos, bem como as respostas ao questionário de pesquisa para, em seguida, proceder-se à categorização e, conseqüentemente, sua análise.

Para isso, recorreu-se à interpretação constante do trabalho de Rodrigues (2004), para o conceito de *gênero de discurso* de Bakhtin *apud* Rodrigues (2004).

Segundo essa autora, a noção de *gênero* tem-se tornado objeto de interesse e de pesquisa no contexto tanto escolar quanto acadêmico. Isso tem implicado em concepções teóricas e terminologias com significações diversas.

Assim, diante da problemática relacionada à terminologia heterogênea atribuída ao *gênero* que, para essa mesma autora, tem origem ligada ao próprio

processo de trabalho do autor, e também em questões advindas de traduções, procurou-se, no presente estudo, utilizar o conceito de *gênero* concebido por Bakhtin *apud* Rodrigues (2004), o qual entende:

gêneros como tipos de enunciados, relativamente estáveis e normativos, que estão vinculados a situações típicas da comunicação social. Essa é a natureza verbal comum dos gêneros a que o autor se refere: a relação intrínseca dos gêneros com os enunciados (e não com uma dimensão lingüística e/ou formal propriamente dita, desvinculada da atividade social, que excluiria a abordagem de cunho social dos gêneros) (RODRIGUES, 2004, p. 423).

Para Bakhtin (1985) *apud* Rodrigues (2004),

o enunciado é a unidade concreta e real da comunicação discursiva, uma vez que o discurso só pode existir na forma de enunciados concretos e singulares, pertencentes aos sujeitos discursivos de uma ou outra esfera da atividade e comunicação humanas (RODRIGUES, 2004, p. 424).

As Categorias

Dessa forma, a partir dos *gêneros de discurso* dos sujeitos da pesquisa, foram criadas e utilizadas, com base nos enunciados textuais e verbais que apresentaram alguns trechos considerados de destaque, pelo pesquisador.

As categorias foram criadas, nos seguintes termos: 1) Mudança em relação aos níveis de interesse para aprender Física, influenciado pela leitura do TP; 2) Compreensão dos conceitos apresentados ao longo do TP; 3) *Objetos de Aprendizagem (OA)* como instrumentos viáveis à compreensão de fenômenos físicos.

E o que são esses *Objetos de Aprendizagem (AO)*?

Os *Objetos de Aprendizagem* podem ser compreendidos como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (WILEY, 2000, *apud* BRASIL, 2007, p. 20).

Os OA podem ser criados em qualquer mídia ou formato, podendo ser simples como uma animação ou uma apresentação de slides ou complexos como uma simulação. Os *Objetos de Aprendizagem* utilizam-se de imagens, animações e applets, documentos VRML (realidade virtual), arquivos de texto ou hipertexto, dentre outros (BRASIL, 2007, p. 20).

Assim, a seguir, os Objetos de Aprendizagem (OA) podem ser entendidos como recursos digitais, ou não, mas em geral multimídias interativas, que podem ser utilizadas e reutilizadas durante e após o processo de aprendizagem na qual se utiliza essa tecnologia.

Uma vez conceituado e entendido o que são OA, volta-se ao tema.

Foi possível identificar, a partir dos documentos analisados que o perfil de discursos dos alunos era um tanto variado. Mesmo assim, identificou-se vertentes discursivas com representações dos três gêneros discursivos propostos.

Na interpretação do pesquisador, essa identificação dos gêneros de discurso foi fruto da interação dialógica, durante a aplicação do texto. Ressalta-se que grande parte dos estudantes se sentiu mais interessada, ao expressarem espontaneamente suas opiniões destacando que temas com focos interdisciplinares são fontes de oportunidades não apenas para viabilizar discussões e construções de novos saberes.

Para cada uma das categorias, analisou-se cada um dos instrumentos de coleta de informações.

A seguir será descrita cada categoria.

Mudança em relação aos níveis de interesse para aprender Física, influenciado pela leitura do TP

Buscou-se analisar, nesta categorização, se o sujeito revelou alguma reflexão, compreensão ou evolução, em seu discurso, relativa às seguintes noções:

- identificação de que a utilização de texto e sua leitura implicam alguma mudança em seus níveis de interesse para aprender Física;
- distinção e percepção de outras possíveis formas e fontes de consulta;

Compreensão dos conceitos apresentados ao longo do TP

- identificação de que a utilização de texto e sua leitura contribuem para a compreensão dos conceitos de Física apresentados no TP;
- percepção de conceitos trabalhados no TP que podem complementar aqueles apresentados no LD;

Objetos de Aprendizagem (OA) como instrumentos viáveis à compreensão de fenômenos físicos

- identificação de que os *applets* (OA) contribuem para a compreensão dos fenômenos e situações simuladas;

7. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos alguns dos resultados mais relevantes desta investigação.

Assim, tomando-se as informações coletadas, quais foram: a observação, as respostas aos questionários e às questões conceituais, as entrevistas e os documentos produzidos, procurou-se analisar e refletir acerca das opiniões, por parte dos alunos, em relação à aprendizagem de conceitos presentes no texto paradidático, enquanto leitores críticos. Procurou-se descrever sobre a efetividade do texto paradidático para a aprendizagem, na avaliação dos alunos que o utilizaram, tanto do ponto de vista das suas opiniões sobre o texto em si, quanto do ponto de vista da avaliação da aprendizagem feita pelo professor que o utilizou com esses alunos.

Foi aplicado um questionário de avaliação do conhecimento, constante do texto paradidático, com questões conceituais relacionadas aos tópicos de Ótica, elaboradas e selecionadas para a construção desse estudo. Esse questionário teve como objetivo provocar nos alunos necessidades de idas e vindas ao texto paradidático a fim de analisarem, refletirem e discutirem os conceitos trabalhados durante a aplicação do texto.

Outro questionário foi aplicado, o de opinião, e que teve por objetivo investigar, na avaliação dos alunos, sobre a efetividade do texto para a aprendizagem.

Questionários de opiniões

Por meio do questionário de opiniões, buscou-se analisar se o estudante se mostrou reflexivo com base em seu próprio experimento relacionado à leitura do texto paradidático. Interessou-se saber como o texto aplicado pode contribuir para

ampliação dos horizontes em relação às diversas fontes de informações e de conhecimento.

Já com base nas entrevistas videofilmadas e também nas questões de pesquisa, procurou-se verificar se houve ou não uma evolução (mudança) das referidas noções acerca da importância de se praticar a leitura e que características presentes no texto paradidático foram consideradas, pelos sujeitos, como relevantes para a aprendizagem e para o aumento do interesse em relação à aprendizagem de conceitos de Física.

A seguir é apresentado o questionário de pesquisa aplicado aos sujeitos, o texto introdutório e explicativo acerca do questionário, as opções de escolha para resposta de cada questão, e também os respectivos percentuais de respostas escolhidas em cada uma das questões de escolha múltipla.

Como já mencionado, os sujeitos da pesquisa totalizaram 28 (vinte e oito) alunos e todos participaram ativa e espontaneamente do estudo.

Foram construídas cinco tabelas que serviram de quadro de análise. Questões como a 9 e a 20, não foram tabuladas ou por terem sido consideradas inadequadas pelo conteúdo ou mesmo pela possível confusão advinda de diferentes valores semânticos de palavras contidas nelas.

Dos dados constantes da tabela 01 abaixo, construída com base nas repostas às questões 11 e 23, é possível concluir que os estudantes gostaram muito dos *applets* apresentados.

Questão	Péssimo (%)	Ruim (%)	Regular (%)	Ótima (%)	Excelente (%)
(11) Avaliação dos <i>applets</i> no TP	0	0	0	36	64
(18) Os <i>applets</i> e a compreensão de fenômenos	0	0	14	39	47

Tabela 01 - Influência dos *applets* para o aumento de interesse do aluno em aprender Física

Também, por meio das falas dos estudantes transcritas a seguir, é possível perceber que os objetos de aprendizagens (simuladores ou outros aplicativos dessa

natureza) podem favorecer a compreensão de fenômenos que demandam maiores abstrações, mesmo sem recorrência a longas definições/expressões matemáticas.

[...] Os 'links' foram extremamente úteis para despertar o interesse nos assuntos abordados. Um ponto que me interessou foi a ausência de longas definições matemáticas, o que em alguns casos é cansativo (S_B)

[...] Esse tipo de atividade deve ter um pouco mais de informações e também ter simuladores que ajudem muito na aprendizagem de quem está lendo, mas mesmo assim o conteúdo que está sendo trabalhado é muito interessante para a maioria das pessoas que lerem esse texto (S_D)

A gente utilizou a internet para acessar algumas simulações (*applets*) que, se me lembro bem, eram sobre dois fenômenos ondulatórios: a difração e a interferência. Estas simulações foram bastante importantes por que se a gente ficar só na teoria a gente não entende bem... E com os *applets* foi possível visualizar e ter uma idéia melhor dos fenômenos. (S_{EQ})

A seguir, o sujeito (S_E), além de mencionar a importância à aprendizagem dos *applets*, possivelmente sinaliza a interdisciplinaridade ao se referir à sua “ajuda em muitos setores”, a partir da leitura e da interpretação. Ao mencionar sua aproximação “da história”, e sugere uma percepção, por parte do sujeito, de que a Ciência não é estanque, está em permanente mudança. Ainda faz alusão à extensão do texto e que tal extensão é vista como um ponto negativo, uma vez que, segundo o estudante, além de cansativo, “atrapalha na concentração da leitura”.

[...] É muito bom, pois me ajuda em muitos setores, pois melhora minha leitura, minha interpretação e me aproxima mais da história. Contudo os textos são um pouco grandes o que às vezes atrapalha na concentração da leitura, pois fica cansativo. E também algo que chama muito a atenção são os '*applets*' acho que poderiam ter mais (S_E)

Nesse outro depoimento, o sujeito (S_F) reitera o fato de que a leitura de textos paradidáticos “melhora a compreensão”. Ainda comenta que, “Ler interpretar, aprender, estamos nos exercitando fazendo a pesquisa”. Aqui, pareceu-nos que o aluno se refere à pesquisa no senso comum, no sentido de que a leitura do paradidático permite ao educando buscar outras fontes de informações, conhecimentos, além da tradicional fonte de “pesquisa”, o livro didático. Comenta ainda o aumento de “interesse de todos em participar” das atividades de ensino, o

que nos remete à ideia de que a utilização de textos paradidáticos, não apenas em Física, parece viabilizar a aprendizagem. Isso pode ser extraído das questões 1, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 21 e 22. Com relação a outros componentes curriculares, que não a Física, fica evidente nas questões 13 e 14. Por fim, o estudante abaixo citado acrescenta a contribuição bastante favorável à aprendizagem, quando da utilização dos objetos de aprendizagem, ao mencionar os *links*.

[...] Melhora a compreensão da maioria dos alunos. Ler, interpretar, aprender, estamos nos exercitando fazendo a pesquisa, aumenta a minha capacidade de leitura. Deveria ter mais esse tipo de textos nas aulas, pois vejo maior interesse de todos em participar. E os 'links' contribuem bastante com a nossa leitura e aprendizagem, pois ela facilita o entendimento [...]
(S_F)

Para o sujeito (S_H), apesar de entender que o texto aplicado tornou as aulas “mais interessantes” por meio da leitura do texto, chamando mais a atenção dele, o que implicou permitir que passasse a gostar mais das aulas. Refere-se às animações (objetos de aprendizagem) como instrumentos capazes de tornarem “mais interessante o conteúdo”. No entanto, considera que a extensão do texto implicou um pouco de dificuldades.

[...] As aulas ficam mais interessantes, chama mais a atenção. É importante, me fez gostar mais das aulas. As animações também deixam mais interessante o conteúdo! Mas o texto ficou extenso, isso dificultou um pouco, já que a matéria é complicada. (S_H)

Na minha opinião, esse texto paradidático ajudou não só a mim mas acredito que toda a turma a entender mais a Física. A utilização de simuladores ajuda a compreender como os fenômenos físicos ocorrem [...]
(S_P)

Durante a entrevista videofilmada, o sujeito (S_{ES}) comentou:

Assim, usando um texto paradidático, por exemplo, com acesso à internet, fica bem interessante você usar esse texto acrescentado de *links*, por quê? Por que quando você acessa um *link*, você tá lendo sobre o assunto e, além do que o professor tá explicando dentro da sala de aula, você pode, por exemplo, pesquisar sobre aquele tema e ver opinião de outros autores e até mesmo outros professores. É assim, eu acho que cada pessoa tem uma forma de interpretação... então você lê vários textos e depois tira sua opinião sobre aquele determinado assunto. (S_{ES})

Ao falar que depois de ler vários textos “tira sua opinião sobre aquele determinado assunto”, talvez o sujeito (S_{ES}) esteja sugerindo que a atividade de leitura, seguida de outras fontes consultadas, permite ao educando refletir acerca de outros pontos de vista em relação a um determinado assunto.

Diante dos dados tabela 02, a seguir, elaborada com base nas repostas às questões 1, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 21 e 22, foi possível concluir que o texto paradidático promove aumento de interesse do aluno, em relação às aulas, e também auxilia na aprendizagem, seja em Física ou em outra disciplina. Isso não apenas sinaliza, mas corrobora com o que a Literatura aponta em relação à viabilidade de se utilizar textos paradidáticos (RICÓN; ALMEIDA, 1991. ALMEIDA; SILVA; MACHADO, 2001. ASSIS; TEIXEIRA, 2003. ASSIS, 2005. LEITE, 2008. BENETI, 2008). A evidência de que essa viabilidade pode ser extensiva, também, a outras componentes curriculares, no entendimento dos sujeitos pesquisados, pode ser extraída das respostas às questões 13 e 14.

Questão	Péssimo (%)	Ruim (%)	Regular (%)	Ótima (%)	Excelente (%)
(1) Impressões sobre a utilização do TP	0	0	14	54	32
(10) Contribuição da estratégia de ensino para motivar o aluno	0	0	18	50	32
(13) TP e melhoria da capacidade de interpretação de textos	0	0	25	60	15
(14) Sobre a recomendação da atividade de leitura de TP	0	0	18	43	39
(15) Sobre a sugestão de se adotar a atividade de leitura de TP a outros professores	0	3	18	32	47
(16) Incorporação da atividade de leitura de TP em aulas de Física	0	0	14	39	47
(17) Se a atividade de leitura do TP promove mudança de atitude para aprender Física	0	0	24	59	17

(21) Se a atividade de leitura de TP foi desafiadora	0	0	28	48	24
(22) Se a atividade de leitura do TP permitiu a “gostar mais de Física”	3	0	15	50	32

Tabela 02 - Influência do TP para o aumento do interesse e a aprendizagem de conceitos

Ao longo das entrevistas, foi possível perceber, em algumas falas transcritas, esse sentimento de que o texto paradidático (TP) favorece o processo de aprendizagem além de contribuir para o aumento do interesse dos estudantes, para aprendizagem de conceitos.

Interessante notar uma espécie de ruído, em algumas falas. Dessa forma, perceberam-se manifestações como, por exemplo, pode-se extrair do que disse o sujeito S_H, “Mas o texto ficou extenso, isso dificultou um pouco, já que a matéria é complicada” (S_H), na página 118, e também como afirmou o sujeito S_K, a seguir, ao mencionar “Bom seria se houvesse mais pesquisas, entretanto com um prazo maior pra resolução” (S_K).

Essas “falas” apontam para certa insatisfação, em relação ao TP trabalhado, ao se referirem às questões presentes no material levando-se em consideração, provavelmente, o tempo disponível para desenvolverem tanto a leitura do TP como as atividades propostas ao final dele.

[...] Física para muitos significa apenas cálculos. A Física apresentada desta forma aos alunos é muito interessante, prazerosa e instigante levando assim os alunos a gostarem da disciplina. Os cálculos só têm significado se os alunos compreendem o que estão calculando e os textos paradidáticos colaboram para esta compreensão. (S_A)

[...] Com o texto fica mais fácil aprender a matéria, pois nele tem vários exemplos que descrevem cada fenômeno, fazendo assim, melhor o aprendizado. (S_C)

[...] Este tipo de atividade de pesquisa é de suma importância para o aprendizado e interesse dos alunos. Bom seria se houvesse mais pesquisas, entretanto com um prazo maior pra resolução. (S_K)

[...] Gosto muito de ler e ao juntar física a leitura, deu um novo ar a aprendizagem da matéria, a interpretação fica altamente fácil melhorando o pensamento abstrato. (S_N)

Muito bom porque isso desperta a curiosidade dos alunos e que eu acho que aprendemos muito com esse método (S_J).

Esta é uma excelente forma de ensino que acaba por aproximar mais o aluno do professor, para a discussão do conteúdo trabalhado. Pois é de extrema importância o aprendizado do aluno, que ele consiga acompanhar o raciocínio seguido pelo professor [...] (S_L).

Recorrendo-se à análise das respostas às questões 4 e 18, pode-se inferir que o texto paradidático, utilizado neste estudo, permitiu/auxiliou o estudante a fazer conexões da Física escolar com o seu dia a dia, bem como estabelecer relações que essa Física tem com o contexto tecnológico vivenciado por ele.

Questão	Péssimo (%)	Ruim (%)	Regular (%)	Ótima (%)	Excelente (%)
(4) Se o TP guarda relação com o LD	0	0	25	54	21
(18) O TP auxilia a aproximação da Física com a Tecnologia	0	0	3	52	45

Tabela 03 - Influência do TP em conectar a Física escolar com o dia a dia do estudante

Com relação à contextualização tecnológica presente no material, percebeu-se que, de certa forma, ele permite uma aproximação da Física trabalhada com o dia a dia do estudante, uma vez que a tecnologia está bastante presente no cotidiano de muitos alunos.

[...] essa ideia foi muito boa, ligar um pouco da tecnologia ao aprendizado nas aulas de Física usando um texto PARADIDÁTICO (S_I)

Achei muito interessante porque são coisas do nosso dia a dia, e também nos ajuda a pensar melhor [...] (S_O)

Você pode aplicar o *laser* naqueles códigos de barra... Por exemplo, a Tv de LED, de LCD... Por isso que fica fácil você relacionar os assuntos tratados no texto com o nosso dia a dia, por que são coisas que a gente convive, assim, diariamente [...] (S_{EP})

Já a partir das respostas às questões 3, 5, 6, 7, 8, 12 e 19, referem-se às impressões dos sujeitos em relação a aspectos do texto paradidático utilizado, tais como: a facilidade de compreensão; as eventuais dificuldades para o aluno iniciar,

executar e finalizar as atividades propostas no texto; a aspectos desafiadores presentes na leitura do texto; o despertar da curiosidade a partir das questões presentes no texto, além da leitura; a apreensão de conceitos após a leitura e o desenvolvimento das atividades e a compreensão de conceitos construídos a partir da leitura e das discussões relacionadas ao texto.

Ao consultar os dados presentes na tabela 04, que se segue, é possível identificar que boa parte dos estudantes considerou regular ou ótima. Como será descrito a seguir, alguns consideraram o texto extenso, para o número de aulas utilizadas, para se fazer a aplicação do texto. Isso – a extensão da leitura do texto – implicou, segundo algumas “falas”, cansaço e desânimo.

Destaquem-se os percentuais da questão 05, a qual faz alusão às dificuldades para iniciarem, executarem e finalizarem as atividades/questões propostas no texto paradidático. Um quarto (25%) dos sujeitos, ao assinalarem a opção, no questionário de pesquisa, na qual aparece “ruim”, em princípio, não gostaram dessas atividades. Por outro olhar, por terem achado ruim a dificuldade, isso pode eventualmente não significar que a qualidade seja ruim, mas sim que para efeitos de entusiasmo, talvez seja adequado se pensar em apresentar questões que causem menos desequilíbrio nos estudantes diante de tais questões.

Questão	Péssimo (%)	Ruim (%)	Regular (%)	Ótima (%)	Excelente (%)
(3) Avaliação se os assuntos apresentados no TP facilitam a compreensão da Física presentes no LD	0	4	46	36	14
(5) Dificuldade ao se iniciar, executar e finalizar as questões propostas no TP	0	25	54	17	4
(6) Se as questões propostas no TP despertam maior interesse para aprender Ciências	0	0	29	57	14
(7) Sobre os aspectos desafiadores presentes no TP	0	0	36	57	7
(8) Se além da leitura o TP desperta a curiosidade	3	3	27	47	20
(12) Se a leitura e a resolução das questões propostas no TP favorecem a aprendizagem de conceitos físicos	0	0	47	50	3

(19) Em relação à compreensão de conceitos construídos a partir da leitura e discussões relacionadas ao TP	0	3	36	50	11
--	---	---	----	----	----

Tabela 04 - Impressões dos estudantes acerca do TP e das questões nele contidas

A tabela 05, abaixo, apresenta os dados relativos às respostas às questões 2 e 3 que guardam relação com um dos propósitos do texto paradidático, que é o de procurar estabelecer conexões com o livro didático adotado na Instituição, onde se desenvolveu o trabalho.

Segundo o sujeito (S_x), as atividades relacionadas à aplicação do texto, tais como desenvolvimento de conceitos, curiosidades e aplicações relacionadas à Física, favorecem o aumento de interesse pela Física.

Na minha opinião é muito interessante, pois isso nos leva a ficar mais interessados sobre os conceitos, curiosidades e aplicações que envolvem a Física. (S_x)

Os percentuais destinados às respostas do tipo “Regular” e “Ótima” permitem-nos inferir que o texto paradidático, no entendimento dos alunos, desempenhou o papel de atuar como um elemento capaz de permitir que o leitor do texto paradidático consiga fazer conexão entre os dois materiais.

Questão	Péssimo (%)	Ruim (%)	Regular (%)	Ótima (%)	Excelente (%)
(2) Sobre a facilidade de identificar e relacionar assuntos do TP com aqueles presentes no LD	0	0	36	54	10
(3) Sobre a facilidade de compreensão de assuntos presentes no TP em relação àqueles presentes no LD	0	4	46	36	14

Tabela 05 - Conexões entre o Livro Didático adotado na Escola e o TP

Para o sujeito (S_G), o sentimento é de que houve aproximação entre os dois materiais, o texto paradidático e o LD, o que implicou auxílio na compreensão da matéria. Para ele, uma das explicações tem relação com a linguagem simples e de fácil entendimento.

Os textos paradidáticos em conjunto com o livro didático, auxiliam muito na compreensão da matéria, pois a linguagem é muito simples e de fácil entendimento [...] (S_G).

Segundo o sujeito (S_Q), a atividade desenvolvida mediante aplicação do texto o estimulou a saber mais sobre conceitos de Física. Acrescenta que foi “interessantíssima” ao fazer alusão à possibilidade de o texto favorecer a interação com a internet, possivelmente se referindo a outras fontes de “pesquisa”, não apenas ao Livro Didático, apontado como, praticamente, a única fonte de consulta utilizada por professores e alunos do EM.

Esse tipo de atividade me estimula muito a saber sobre Física, e uma nova forma de aprendizado interessantíssima, por estarmos interagido com a internet e sanando nossas dúvidas e conseguindo aprofundar no assunto. (S_Q)

Não diferentemente, para (S_V).

Esse tipo de tarefa é bom, pois desperta o interesse de alguns alunos... Deveria ser utilizado mais vezes nas aulas, tanto em Física como em outras matérias. (S_V)

Não obstante, com base nas respostas às questões 03 e 12, em especial, a 03 (como você avalia os tópicos/assuntos presentes no texto paradidático com relação à facilidade de compreensão da Física presente no livro didático?), 50% dos estudantes que participaram da atividade e da pesquisa responderam no sentido de não considerarem o TP satisfatório nesses quesitos. Desses 50%, 4% consideraram os tópicos/assuntos “Ruins” e 46%, “Regulares”. Dessas informações, pode-se inferir que os sujeitos da pesquisa sinalizam que os tópicos ou os assuntos presentes no TP não promovem facilidade de compreensão dos conceitos de Física constantes do LD ou ainda que há pouca conexão entre esses dois materiais.

A seguir, comentam-se as respostas dos sujeitos à única questão aberta, de número 24, constante do Questionário de Opinião, em seu item “IV. Eventuais comentários, críticas e sugestões”.

24. Dê sua opinião sobre as atividades de leitura, interpretação e aprendizagem de Física, a partir da utilização de textos paradidáticos em conjunto com o livro didático adotado em sua Escola.

Para o estudante (S_P), fica claro que houve dificuldade de responder algumas questões, e para nós, isso necessariamente implica atividade mental e, conseqüentemente, aprendizagem.

Alguns pontos negativos que eu queria destacar é a dificuldade de responder algumas questões sobre o assunto. (S_P)

Para esse outro sujeito, aponta os pontos positivos e negativos relativos à aplicação do TP. De um lado, aumentou o despertar dele pela Física, ao tempo em que o considerou cansativo, como ponto negativo, devido à dificuldade encontrada nas questões propostas. No entanto, comenta que, dentro do prazo estabelecido para o desenvolvimento das questões de conhecimento constantes do texto, conseguiu finalizá-las. Segundo o mesmo estudante, houve aumento em sua aprendizagem de conceitos sem enfatizar a utilização excessiva de cálculos.

Esse texto passado para os alunos foi muito bom, com o interesse de ensinar os alunos e teve seus pontos positivos e negativos. Como ponto positivo, despertou o meu interesse em Física, por conta de seus assuntos interessantes, mas ao mesmo tempo cansativo por causa da dificuldade que as perguntas traziam. Porém no final eu gostei, pois terminei as perguntas a tempo e recebi um aprendizado a mais e foi umas das raras vezes que não vi cálculo em Física, por isso eu aprovo esse estilo de atividade e também por termos saído da rotina. (S_S)

Para (S_T), a atividade o permitiu buscar outras fontes de consulta, o que contribuiu para fazer mais reflexões pertinentes aos objetos de estudo. Segundo esse sujeito, a forma como se desenvolveu a atividade de leitura do texto despertou um pouco mais para os estudos.

É muito bom poder estudar e pesquisar ao mesmo tempo, se você tem uma dúvida e só pesquisar na internet, claro que o professor pode explicar, mas é muito bom poder ver explicações de outras pessoas além do professor.

Recomendo o uso desse método didático, pois nos desperta um pouco mais aos estudos. (S_T)

Para esse estudante, ao ser perguntado sobre possíveis pontos positivos presentes no texto, no entendimento dele, comenta que

[...] nos links, aquelas animações são bem interessantes por que você consegue focalizar, na sua cabeça, o que acontece realmente... Você associa a Física ao seu dia a dia e a figura da animação. (S_{EA})

Para este outro sujeito,

Achei legal a quantidade de exemplos e que dá para comparar bastante... O grau de entendimento não difícil também. Linguagem bastante acessível. E as animações. (S_{EC})

A respeito dos pontos negativos, comenta:

Acho um pouco, o comprimento do texto por que, uma pessoa, por exemplo, ao pegar prá ler vai achar extenso e isso às vezes desanima [...] (S_{EC})

Complementa o comentário, com algumas sugestões para minimizar os aspectos negativos com relação à extensão do texto. Comenta que talvez fosse interessante aplicá-lo:

[...] em várias aulas. Deveria dividi-lo em tópicos, por exemplo. Um tópico numa aula e os alunos debaterem. Depois numa outra aula, outro tópico... Acho que ficaria mais fácil. (S_{EC})

Desses comentários, acima mencionados, infere-se que o TP foi considerado pelos sujeitos extenso. Sinaliza-se ainda que, ao se pensar em aplicá-lo, provavelmente seja necessário planejar o número de aulas disponível para tanto.

Ao se perguntar a um dos entrevistados, a partir da leitura do texto paradidático aplicado, sobre como ele avalia o avanço na Ciência, se o conhecimento científico é estático ou se é mutável, comentou:

Com os fatos históricos fica bem claro a gente entender isso, por que no texto paradidático, ele me mostra o seguinte: que em cada tempo, vários pesquisadores vão descobrindo novas coisas e em cada época tem assim, uma concepção diferente sobre determinado assunto, ou seja, a Ciência nunca acaba, ela está em constante movimento... Os pesquisadores, nem sempre contrariando idéias anteriores, mas às vezes complementando o autor anterior/antigo. Isso é uma coisa legal de se pensar... Para passar para o aluno de que a Ciência muda. Assim o texto paradidático nos ensina a questionar aquilo ali, no livro didático. (S_{EK})

Outras impressões, na visão dos sujeitos e referentes ao texto, foram identificadas com as que se seguem: trouxe atividades desafiadoras e que despertou a curiosidade para ler e aprender sobre Física. A busca pela autonomia no sentido de o estudante se ver em condições de buscar o conhecimento, por meio de consulta a outras fontes, é mencionada com um ponto positivo, presente no texto.

Foi bem legal. Eu acho assim, foi tipo um desafio poder ter tido acesso a este texto, por que a gente teve de ler, de fazer uma interpretação boa e para isso a gente tinha os links, né? A gente acessava e isso despertava a curiosidade para ler o texto... A gente teve de correr atrás para ver o que estava por trás daquilo. (S_{ET})

Ele (o texto) dava condições para buscarmos informações fora da sala de aula. E isso é interessante por que não dá para você ficar só com o conhecimento visto dentro de sala de aula. A gente tem de procurar ver o que se passa fora da sala de aula. (S_{ER})

Na minha opinião, acho que não teve pontos negativos e acho que ficou bem estruturada, tanto as perguntas quanto o texto... As perguntas não foram fáceis e, por isso, tive de buscar outros textos para tentar respondê-las... E isso acho importante para o meu estímulo a aprender Física e também para o meu desenvolvimento. (S_{EZ})

A interdisciplinaridade parece ser um outro ponto positivo que se destaca, na visão dos alunos, como se pode inferir de:

Sim, exatamente... Realizando assim... Você pode, com um texto paradidático relacionar ele com outras matérias... E não só ficar preso à Física. Relaciona a Física com outra matéria e relaciona essa outra matéria ao nosso dia a dia... Isso torna bem interessante as aulas [...] O texto relacionou o Sol como fonte de energia natural, fonte de luz com a realização da fotossíntese que, geralmente estudamos em Biologia. Isso é muito legal por que, assim, além de você compreender melhor o tema, você está convivendo com aquilo ali, você pode relacionar aquilo com o seu dia a dia. (S_{EY})

A ideia central de que o TP deve ser utilizado como mais uma estratégia de ensino baseada na leitura, interpretação e discussão dele e também os dados coletados e analisados, neste trabalho, conversam e confirmam o que preconizam os PCNEM em que é possível extrair que

[...] é preciso discutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada (BRASIL, 1999, p. 230). Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 1998, p. 22).

Os dados nos remetem à ideia de que a utilização do TP é viável no sentido de poder auxiliar os professores de Física que, segundo Rezende e Ostermann (2005), têm dificuldade para contextualizar o conteúdo, ou seja, a dificuldade de relacionar o conteúdo da Física escolar a fenômenos do dia a dia. Essas autoras também apontam para a insuficiência do LD para viabilizar essa contextualização.

Os resultados corroboram a tese de Assis (2005) ao fazer alusão à utilização de textos alternativos em aulas de Física e com enfoque CTS.

[...] uma estratégia que tem despertado grande interesse entre os pesquisadores é a utilização de textos alternativos em aulas de Física, pois que, muitos desses textos tratam dos conteúdos científicos num contexto das relações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais (ASSIS, 2005, p. 55).

Chaves (2002), em sua dissertação intitulada "*Textos de divulgação científica no ensino de Física Moderna na Escola Média*", nos diz que os professores têm o texto de divulgação científica (TDC), por meio de uma linguagem clara e simples, presente nesses materiais tais como revistas e jornais, diferentemente dos materiais tradicionais usados nas escolas (livros didáticos), como elemento que permite aproximar a Física escolar do cotidiano do aluno, para o aprendizagem de conceitos relacionados à Física. Assim, o TDC aproxima os alunos da Física presente no dia a dia, o que implica, segundo a autora, em melhor aprendizagem.

Ainda nessa direção, Chiappini (1998, 2000), na *Coleção aprender e ensinar com textos* defende que, enquanto recursos didáticos, os textos de divulgação científica (TDC) são capazes de viabilizar a compreensão dos conceitos físicos necessários à construção do conhecimento.

Ao exposto é possível extrair, dos dados analisados, que este trabalho pode contribuir para a promoção de um processo de aprendizagem em Física, por meio da contextualização e, como isso, favorecer ações rumo à solução para alguns problemas vivenciados pelos professores, da Educação Básica, que têm dificuldades para ajudarem seus alunos a aprenderem Física.

Assumindo os TP e sua utilização para leituras e discussões como método de ensino, o trabalho se mostra, de acordo com os dados, sintonizado com as OCEM (2008), vez que

[...] É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder a perguntas e a procurar as informações necessárias, para utilizá-las nos contextos em que forem solicitadas (BRASIL, 2008a, pp. 45 - 46).

Considerando que foram trabalhados no TP, aplicações tecnológicas advindas da Ótica (da luz e do *laser*) e identificados na análise dos documentos produzidos (questões conceituais propostas ao final do TP e questão 24 do Questionário de Opinião), o TP faz conexão com o que afirmam Silva e Tavares Jr (2005) ao defenderem que as atuais técnicas e tecnologias surgem de crescentes conhecimentos e aplicações de tópicos avançados de Física, entre os quais se destaca a Ótica. Esses autores acrescentam que o caráter dinâmico do currículo exige, do professor, busca permanente de novos conhecimentos e estratégias de ensino ao se confrontar com as dificuldades conceituais e operacionais dos aprendizes.

No próximo e último capítulo, são apresentadas as considerações finais relacionadas a este estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É crescente a necessidade de alfabetizar e letrar cientificamente o estudante, entre outros motivos, uma vez que a tecnologia cada vez mais faz parte da vida cotidiana de todos. As pesquisas citadas na introdução deste trabalho indicam que pessoas não têm se apropriado adequadamente dessa tecnologia.

Os resultados obtidos sinalizam como importante tornar possível o processo de ensino e de aprendizagem reflexivo-crítico a partir da leitura e interpretação de textos paradidáticos (TP) com abordagem CTS e de fenômenos físicos que problematizem os mecanismos de funcionamento de aparatos tecnológicos.

A utilização do texto paradidático com abordagem CTS nas aulas, enquanto forma dialógico-problematizadora de trabalhar os conteúdos, mostrou-se capaz de fornecer subsídios rumo àqueles processos. Tal proposta teve papel fundamental no processo investigativo, pois possibilitou a construção de conceitos de Física, por meio da aplicação do texto paradidático com abordagem CTS sem, no entanto, recorrer ao excesso de equações/fórmulas, aproximando o ensino da Física escolar daquele preconizado nos PCNEM (1999):

O Ensino de Física tem enfatizado a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas (p. 22).

As informações obtidas, a partir das respostas aos questionários de opinião, revelaram que atividades de leitura do texto paradidático com enfoque CTS são viáveis na busca por situações de ensino e de aprendizagem capazes de aproximarem a Física escolar do dia a dia dos alunos.

A leitura do texto e as correspondentes discussões indicaram aceitação por boa parte dos estudantes, durante as atividades relacionadas aos assuntos trabalhados ao longo do TP.

No caso particular do TP construído e aplicado neste trabalho, algumas críticas enfatizaram a extensão desse material como um ponto negativo, considerando-se o tempo disponível para a sua aplicação. Dos relatos, pode-se inferir que se deve atentar para que não haja discrepâncias entre o que se pretende com o texto e o intervalo de tempo disponível para a correspondente aplicação.

Nesse sentido, o presente estudo sinaliza que tanto o planejamento de construção do TP quanto o do tempo disponível para trabalhá-lo a contento, com os estudantes, devem ser elementos indispensáveis para a utilização desse recurso instrucional adicional, com vistas a uma melhor aprendizagem por parte deles.

As questões conceituais propostas ao final do TP e respondidas pelos sujeitos permitiu inferir que, por meio da articulação entre a leitura de textos extras, além do livro didático e em conjunto com ele é capaz de promover melhor compreensão e evolução conceitual dos tópicos trabalhados em Ótica.

Observou-se, também, com a utilização do TP, maior envolvimento e participação dos alunos durante os momentos de apresentação e discussão dos conceitos nele trabalhados ao longo dele.

Os resultados apontam, com base nos dados e informações coletados e interpretados, que o TP, quando utilizado em conjunto com o livro didático adotado na escola, pode se complementar e, com isso, viabilizar melhores níveis de compreensão dos conceitos estudados.

A partir dos dados/informações coletados/coletadas, pode-se inferir que houve avanços dos alunos em relação à habilidade de interpretação do TP utilizado, bem como a compreensão e construção dos conceitos de Ótica nele presentes.

Os resultados das análises dos documentos utilizados para desenvolver o presente estudo, que se deu com base na concepção dos alunos, enquanto leitores críticos do material trabalhado, apontam no sentido de se sugerir um ensino de Física contextualizado, por meio da utilização de TP com enfoque CTS.

Importante sublinhar que os resultados deste trabalho sinalizam que os TP idealmente não sejam extensos, e que os *applets*, nele presentes, despertem bastante interesse por parte dos estudantes para aprenderem conceitos, pois permitem com que alguns fenômenos, considerados abstratos, como a difração do som e da luz, e antes apenas imaginados e considerados distantes da realidade dos

estudantes, podem ser visualizados por meio das animações presentes em aplicativos dessa natureza.

Ainda foi possível perceber possíveis encontros, como por exemplo, a contextualização da Física escolar, a interdisciplinaridade, caminhos para a dialogicidade, esta a ser viabilizada pelo professor ao se utilizar do TP; e desencontros como, a extensão do TP quando comparado com o número de aulas disponíveis para aplicá-lo, considerados importantes entre o que se pretende, ao se utilizar um TP e o que se consegue com a prática pedagógica.

Como desdobramentos do estudo, salientam-se também a complexidade e a variedade dos aspectos relacionados ao aumento do interesse dos alunos, durante as aulas e para aprenderem conceitos pertinentes à Física escolar.

REFERÊNCIAS

ADELMAN, Clem; KEMP, Anthony. **Introdução à Investigação em Educação Musical**. Calouste Gulbenkian: Lisboa, 1995.

AKITA, E. **Qualidade da educação no Brasil ainda é baixa, aponta Unesco**. Jornal O Estado de São Paulo. 2010, p. 1. <http://www.estadao.com.br/noticias/suplementos,qualidade-da-educacao-no-brasil-ainda-e-baixa-aponta-unesco,498175,0.shtm>. Acesso em: 28 novembro 2010.

ALARCÃO, Isabel. **Formação reflexiva de professores: estratégias de superação**. Lisboa: Porto Editora, 1996.

ALMEIDA, M. J. P. M.; RICÓN, A. E. **Divulgação científica e texto literário – uma perspectiva cultural em aulas de Física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.10,n.1: p.7-13, abr.1993.

ALMEIDA, M. J. P.; SILVA, H.C.; MACHADO, J. L. M. **Condições de Produção no Funcionamento da Leitura na Educação em Física**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, v.1, n.1, p.5-17, jan./abr. 2001.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de Caso: seu potencial na educação**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, (49): 51-54, 1984.

ANJOS, A. J. S. dos, CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. **As equações matemáticas no ensino de Física: uma análise da exposição didática dos conteúdos nos livros textos de Física**. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia, 2010. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xii/sys/resumos/T0198-1.pdf>. Acesso em: 19 dezembro 2010.

ASSIS, Alice. **Leitura, argumentação e ensino de Física: a análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula**. 2005. 286 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) - Faculdade

de Ciências, Campus Bauru. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2005.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física.** In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Bauru, SP, 2003.

BARROS, R. P. de; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. **Pelo fim das décadas perdidas: educação e desenvolvimento sustentado no Brasil.** Brasília, IPEA, Textos para Discussão, 857, 2002.

BECKER, Fernanda da Rosa. **Avaliação educacional em larga escala: a experiência brasileira.** Revista Iberoamericana de Educación / Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653, n.º 53/1, 2010.

BENETI, Alysso Cristiano. **Textos paradidáticos e o ensino de Física: uma análise das ações dos professores no âmbito da sala de aula.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), 139f. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2008.

BERREMAN, Gerald. *et al.* **Desvendando Máscaras Sociais.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto Editora, 1994.

BOGDAN, Robert; TAYLOR, Steve. **Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados.** Buenos Aires: Editorial Paidós, 1986.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. **Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais.** Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC. Vol. 2 nº 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PNC+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. v. 2, 135 p. Brasília, 2008a.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o ensino médio de Física**. Brasília, 2008b. Disponível em: ftp://ftp.fnde.gov.br/web/livro_didatico/catalogo_fisica_pnlem2009.pdf Acesso em: 21 dezembro 2010.

_____. Ministério da Educação – MEC, **IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Brasília, 2008c. Disponível em <http://ideb.inep.gov.br/Site/> Passo 1 – Acesso em 30/09/2008 e Passo 2 – Sistema Estadual. Distrito Federal. Acesso em 30 setembro 2008.

_____. Ministério da Educação – MEC, **INEP - Índice de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, 2008d. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php>. Acesso em: 26 novembro 2008.

_____. Ministério da Educação – MEC, **LDB. Lei 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <http://www.unifesp.br/reitoria/reforma/ldb.pdf>. Acesso em: 30 setembro 2008.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte I - Bases Legais**. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação a Distância. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Organização: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Aun de Azevedo Nascimento. Brasília, 2007.

_____. Ministério da Educação – MEC, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA**. Brasília, 2011. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos> Acesso em: 03 setembro 2011.

CAMILLO, Juliano; FERNANDES SOBRINHO, Marcos. **Física, Orquestras Musicais e os possíveis caminhos para o ensino: uma análise a partir do discurso de professores de Física**. XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XIII EPEF. Foz do Iguaçu, 2011. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2011/sys/resumos/T0905-2.pdf>. Acesso em: 08 agosto 2011.

CARVALHO, A. M. P.; BARROS, M. A. **A História da Ciência iluminando o Ensino de Visão**. Revista Ciência & Educação, vol. 5, n. 1, 1998, p. 83-94.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cap. 1, p.1-7.

CASTELL, S; LUKE, A.; MACLENNAN. **On defining literacy**. In: CASTELL, S. LUKE, A. & EGAN, K. (eds.). **Literacy, Society and Schooling: a reader**. Cambridge, Cambridge University Press, 1986.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. **The historic approach in teaching: analysis of an experience**. Science Education, nº 4, p. 65-85, 1995.

CHAVES, Taniamara Vizzotto. **Textos de Divulgação Científica no Ensino de Física Moderna na Escola Média**. Dissertação (Mestrado em Educação). Santa Maria, RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria (RS), 2002.

CHIAPPINI, Ligia. **Aprender e Ensinar com textos Didáticos e Paradidáticos** – 2ª ed. São Paulo. Cortez, 1998 - (Coleção aprender e ensinar com textos; v.2).

CHIAPPINI, Ligia. **Gêneros do Discurso na Escola** - São Paulo: Cortez 2000. (Coleção aprender e ensinar com textos; v. 5).

CIEGLINSKI, A. **Alunos brasileiros de escolas públicas ficam atrás em avaliação internacional.** Jornal da Ciência/SBPC, 2010, p. 1. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=75173> Acesso em: 11 dezembro 2010.

COELHO, Maria Inês de Matos. **Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 16, n. 59, p. 229-258, abr./jun., 2008.

DELIZOICOV, Demétrio. **Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.

EDUCATION in Brazil. No longer bottom of the class. Weak and wasteful schools hold Brazil back. But at least they are getting less bad. News paper on line: The Economist. Dec 9th. São Paulo. Disponível em: http://www.economist.com/node/17679798?story_id=17679798&fsrc=rss Acesso em: 20 dezembro 2010.

FAZZIO, A.; CHAVES, A.; de MELO, C. P.; ALMEIDA, R. M.; FARIA, R. M.; SHELLARD, R. C. **Física para um Brasil competitivo.** Sociedade Brasileira de Física – SBF. Brasília, 2007. Disponível em http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf. Acesso em: 03 setembro 2011.

FERNANDES, Reynaldo. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb).** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (Série Documental. Textos para Discussão, ISSN 1414-0640 ; 26). Brasília, 2007.

FERNANDES SOBRINHO, Marcos. **Texto paradidático de divulgação científica como instrumento de mediação entre Professor, Livro Didático e Aluno: proposta de estratégia de ensino ao Eletromagnetismo.** I Conferência de Física da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (*In O papel da Física e das suas Aplicações na Educação e no Desenvolvimento nos Países de Língua Portuguesa*).

Maputo – Moçambique, 2010. Disponível em http://fcplp.ist.utl.pt/index_files/Page910.html. Acesso em: 03 junho 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª edição. Editora Atlas; São Paulo, 1999.

GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. A. **O ensino da Óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 18, n.1: p. 26-40. São Paulo. 2001.

GODOY, A. S., **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. In Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 2, Mar./Abr. Rio de Janeiro, 1995, p. 57-63.

GOIÁS (Estado). Secretaria da Educação. **Ideb de Goiás acompanha crescimento do índice nacional**. Disponível em: <http://www.see.go.gov.br/imprensa/?Noticia=1578> Acesso em: 14 setembro 2011.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar - como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Record, 1997.

JONASSEN, David H. **Instructional design models for well-structured and ill instructed problem solving learning out comes**. Educational Technology Research & Development, v. 45, n.1, p. 65-94, 1997. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/f45r2470835n0918/>. Acesso em: 05 setembro 2011.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. **Programa para o aperfeiçoamento de professores da rede estadual de ensino**. Governo de São Paulo, São Paulo, 1992.

KRASILCHIK, Myriam. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo em perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LEITE, Álvaro Emílio. **Leitura no Ensino de Física: concepções, sentidos, possibilidades e dificuldades segundo o olhar do professor**. 2008. 137 f.

Dissertação (Mestrado em Educação) - Curso de Pós-graduação em Educação, Departamento de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

LIMA, Sandro. **Não há como o ensino público não ter melhorado**, diz Haddad sobre Enem. *In*: G1 – Portal de Notícias da Globo. Brasília, 12/09/2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/vestibular-e-educacao/noticia/2011/09/nao-ha-como-o-ensino-publico-nao-ter-melhorado-diz-haddad-sobre-enem.html>. Acesso em: 13 setembro 2011.

LINCOLN, Yvonna; GUBA, Egon. **Naturalistic Inquiry**. Beverly Hills: Sage Publications, 1985.

LOPES, Alice Casimiro. **Os Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização**. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 23, n. 80, set. 2002. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302002008000019&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 06 junho 2011.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.3, n.1, p.1-17, jun., 2001.

LÜDKE, L.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARIN, Alda Junqueira. **Com o olhar nos professores: desafios para o enfrentamento das realidades escolares**. *Cadernos Cedes*, Campinas, v. 19, n. 44, p.1-18, abril, 1998.

MATUCK, F. **PISA 2006: resultado do Brasil deve ser comparado ao de países com realidade semelhante, diz professor da USP**. *Jornal O Globo*, 2007, p. 1. <http://oglobo.globo.com/educacao/mat/2007/12/04/327447994.asp>. Acesso em: 28 novembro 2010.

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

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Contextualização (verbetes)**. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira* - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=55>.

Acesso em: 11 setembro 2011.

MESQUITA, Marcelo David Silva de. **Matéria e Radiação: Uma Abordagem Contextualizada ao Ensino de Física**. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC. Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2011. Disponível em: http://ppgec.unb.br/images/stories/media/dissertacoes/2011/trabalhos/dissertao_marcelo_david_silva_mesquita.pdf. Acesso em: 03 setembro 2011.

MERRIAM, Sharan. **Case study research in education: A qualitative approach**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1998.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 23. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

MILLAR, R.; HAMES, V. **Improving the research-practice interface: The impact of research-informed teaching materials on science teachers practices**. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING. Philadelphia. Proceedings, 2003.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A.; MONTEIRO, M. A. A. **A motivação dos alunos num contexto de leitura de texto de divulgação científica**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

MUENCHEN, C.; AULER, D.; SANTINI, E.; GRIEBELER, A.; FORGIARINI, M. S.; GEHLEN, S. T. **Reconfiguração curricular mediante o enfoque temático: interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade**. In: *ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 9., 2004, Jaboticatubas. Atas...Jaboticatubas: SBF, 2004.

MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. **Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos**. *Ciênc. educ. (Bauru)* [online], 2007, vol.13, n.3, pp. 421-434.

NUNES, A. O. **Ensino de Óptica no nível fundamental: uma proposta de ensino aprendizagem para a oitava série.** Dissertação de Mestrado. PPGECCNM/UFRG. Natal, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AlbanoON.pdf>
Acesso em: 19 dezembro 2010.

OLIVEIRA, João Batista Araújo.; SIMON, Schwartzman. **A Escola Vista por Dentro.** Editora Alfa Educativa. Belo Horizonte, 2002.

PEIXOTO, Karla Cynthia Quintanilha da Costa & LINHARES, Marília Paixão. **Desempenho dos Estudantes das Escolas do Município de Campos Goytacazes no último Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).** VXII Simpósio Nacional de Ensino de Física. O ENSINO DE FÍSICA E SUSTENTABILIDADE. São Luis, 2007. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0441-1.pdf>. Acesso em: 14 setembro 2011.

PEREIRA, Avelino R. S. (2000). **Contextualização.** Disponível em: www.mec.gov.br. Acesso em: 20 setembro 2008.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Carrascosa Jaime, CACHAPUZ, António; PRAIA, João. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** Ciência & Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario del profesor.** Sevilla: Díada Editora, 1997.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores - Una propuesta formativa en el área de ciencias.** Sevilla: Diada Editora, 1998.

RAMOS, Marise Nogueira. **A Pedagogia das Competências: autonomia ou adaptação?** São Paulo, Cortez Editora, 2001.

REZENDE, Flavia; LOPES, Arilise Moraes de Almeida; EGG, Jeanine Maria. **Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de física e de matemática a partir do discurso de professores.** *Ciênc. educ. (Bauru)*

[online]. 2004, vol.10, n.2, pp. 185-196. ISSN 1516-7313. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n2/04.pdf>. Acesso em: 05 setembro 2011.

REZENDE, Flávia.; OSTERMANN, Fernanda. **A Prática do Professor e a Pesquisa em Ensino de Física: Novos Elementos para Repensar essa Relação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 22, n. 3: p. 316-337, dezembro, 2005.

RIBEIRO, Vera Masagão. **Alfabetismo funcional: Referências conceituais e metodológicas para a pesquisa**. Educação & Sociedade, ano XVIII, nº 60, dezembro, 1997.

RIBEIRO, Vera Masagão. **Analfabetismo e alfabetismo funcional no Brasil**. Boletim INAF. São Paulo: Instituto Paulo Montenegro, jul.-ago., 2006.

RICÓN, A. E.; ALMEIDA, M. J. P. M. **Ensino da Física e Leitura**. Leitura: Teoria e Práticas, ano 10, n. 18, p. 7-16, dezembro, 1991.

RODRIGUES, R. H. **Análise de gêneros do discurso na teoria bakhtiniana: algumas questões teóricas e metodológicas**. Revista Linguagem em (Dis)curso, v. 4, n. 2, jan./jun., 2004.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Contextualização do ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Análise de livros didáticos em ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização**. Volume 8 nº 1 e nº 2 mar/ago2003 set/fev, 2004.

SILVA, M. A. F. M. da; TAVARES Jr, A. D. **A importância do Ensino da Óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

SOLOMON, Joan (1994) - **The rise and fall of Constructivism**. *In: Studies in Science Education*, n. 23, pp. 1-19.

STEIN, David. **Situated learning in adult education**. ERIC Digest, n. 195, 1998. Disponível em: <http://ericae.net/edo/ed418250.htm>. Acesso em: 11 setembro 2011.

TEIXEIRA, Enise Barth. **A análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais**. Desenvolvimento em questão, julho-dezembro, año/Vol. 1, número 002. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. PP. 177-201. Ijuí, 2003

TONI, Marijane Pease de; FICAGNA, Nadia Carraro. **Livro didático: deve ser adotado?** *In: IV Encontro Ibero-Americano de coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem investigação na sua Escola*. Disponível em: <http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho161.pdf> Acesso em: 05 setembro 2011.

TOSSATO, Claudemir Roque. **Os fundamentos da óptica geométrica de Johannes Kepler**. Scientiae zudia, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 471-99, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v5n4/a03v5n4.pdf> Acesso em 05 de setembro de 2011.

TUCKMAN, Bruce. **Manual de investigação em educação: como conceber e realizar o processo de investigação em educação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

VIEIRA, Sofia Lerche. **Indicadores de sucesso: a construção da qualidade**. Educação básica: política e gestão da escola. Fortaleza: Liber Livro, 2008. p. 105-129 – (Coleção Formar)

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre. Bookman, 2001.

ZIMMERMANN, E. **The interplay of pedagogical and science relate dissues in physics teacher's classroom activities.** (Tese de Doutorado). Reading-UK: University of Reading, 1997.

ZIMMERMANN, E. ; MAMEDE, M. A. **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Ciências.** Enseñanza de las Ciencias^{JCR}, Barcelona, v. extra, nº. 01, p. 03-21, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de Opinião

Questionário para investigar o tipo de aula e de texto que agradam o aluno

Ao propor atividades de ensino, o autor sugere uma estratégia na qual a Física pode se relacionar com outras áreas do conhecimento humano, por meio de utilização de um texto paradidático relacionado à Ótica, em especial, às técnicas e tecnologias nascidas a partir do *laser*.

Ao planejar esse texto de apoio paradidático, o autor investiga sobre a possibilidade da leitura de textos de divulgação científica ser pensada como estratégia para o Ensino de Física.

Esta pesquisa busca entender, segundo a sua opinião, quais as possibilidades de viabilizar uma proposta destas, a partir do estabelecimento de relações entre o dia a dia do estudante, a Ótica e algumas de suas aplicações tecnológicas.

Nesse sentido pedimos que você colabore, voluntariamente, respondendo algumas questões.

Os nomes não serão divulgados.

Para a pesquisa seria muito bom se todas as questões fossem respondidas.

I. Aspectos mediadores aluno, professor e livro didático adotado.

1. O que você achou da ideia de se utilizar leitura de texto paradidático (TP)?

- () 1. Péssima
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótima
- () 5. Excelente

2. Como você avalia a facilidade de identificar e relacionar os assuntos estudados durante as aulas de Física, até o momento, com aqueles presentes no texto paradidático (TP)?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular
- 4. Ótima
- 5. Excelente

3. Como você avalia os assuntos presentes no texto paradidático (TP) para facilitar a compreensão da Física presente no livro didático (LD)?

- 1. Péssimos
- 2. Ruins
- 3. Regulares
- 4. Ótimos
- 5. Excelentes

4. Como você avalia a relação entre os assuntos trabalhados no TP com o seu dia a dia ou com o dia a dia das pessoas?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular
- 4. Ótima
- 5. Excelente

5. Como você avalia sua dificuldade ao iniciar, executar e finalizar as atividades ou as questões propostas no TP?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular

- () 4. Ótima
- () 5. Excelente

6. No seu ponto de vista, como avalia as atividades ou as questões propostas no TP com relação ao despertar de seu maior interesse para aprender Ciências?

- () 1. Péssimas
- () 2. Ruins
- () 3. Regulares
- () 4. Ótimas
- () 5. Excelentes

II. Aspectos relacionados à leitura e à motivação.

7. Na sua opinião, como avalia os aspectos desafiadores presentes nas questões do TP?

- () 1. Péssimos
- () 2. Ruins
- () 3. Regulares
- () 4. Ótimos
- () 5. Excelentes

8. Como avalia o despertar de sua curiosidade a partir das atividades ou das questões presentes no TP, além da leitura?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

9. Para você, como avalia a contribuição do TP para sua melhor compreensão dos fenômenos estudados?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

10. Ao se utilizar TP relacionados à Ciência ou à Tecnologia, como você avalia a contribuição dessa estratégia de ensino em relação ao seu aumento de interesse para aprender Física?

- () 1. Péssima
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótima
- () 5. Excelente

11. Como você avalia os/as *applets*/simuladores/animações presentes ao longo do TP, por meio de *links*?

- () 1. Péssimas
- () 2. Ruins
- () 3. Regulares
- () 4. Ótimas
- () 5. Excelentes

12. Como você avalia as atividades de leitura e a resolução das questões presentes no TP em relação à aprendizagem de conceitos físicos?

- () 1. Péssimas
- () 2. Ruins

- 3. Regulares
- 4. Ótimas
- 5. Excelentes

III. Aspectos educacionais (A Luz, o *laser* e algumas aplicações).

13. Como você avalia atividades de leitura para a melhoria de sua capacidade de interpretação de textos?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular
- 4. Ótima
- 5. Excelente

14. Como você avalia a recomendação desse tipo de atividade de leitura a outras pessoas?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular
- 4. Ótima
- 5. Excelente

15. Como você avalia a ideia de sugerir esse tipo de atividade a outros professores?

- 1. Péssima
- 2. Ruim
- 3. Regular
- 4. Ótima
- 5. Excelente

16. Como você avalia a ideia de esse tipo de atividade ser incorporada às aulas de Física?

- () 1. Péssima
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótima
- () 5. Excelente

17. Como você avalia esse tipo de atividade com relação à mudança de atitude do aluno para aprender Física?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

18. Como você avalia o texto no sentido de auxiliá-lo(a) a aproximação entre a Física e a tecnologia?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

19. Como você avalia a compreensão de conceitos construídos a partir da leitura e das discussões relacionadas ao texto?

- () 1. Péssima
- () 2. Ruim
- () 3. Regular

- () 4. Ótima
- () 5. Excelente

20. Como você avalia o grau de interesse nas aulas de Física com esse tipo de atividade (leitura do TP)?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

21. Como você avalia o grau de desafio nas aulas de Física causado por esse tipo de atividade (leitura do TP)?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

22. Como você avalia o seu "passar a gostar mais de Física", depois de ter participado desse tipo de atividade (leitura do TP)?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

23. Como você avalia os aplicativos/simuladores/*applets* para a compreensão dos fenômenos simulados?

- () 1. Péssimo
- () 2. Ruim
- () 3. Regular
- () 4. Ótimo
- () 5. Excelente

IV. Eventuais comentários, críticas e sugestões

24. Dê sua opinião sobre as atividades de leitura, interpretação e aprendizagem de Física, a partir da utilização de textos paradidáticos em conjunto com o livro didático adotado em sua Escola.

APÊNDICE B – Proposta de Texto Paradidático de Apoio



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A luz, suas naturezas, sua propagação, o *laser* e algumas aplicações: um texto paradidático de apoio

Proposta de Ação Profissional resultante da dissertação realizada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Erika Zimmermann (*IN MEMORIAM*) e do Prof. Dr. Ivan Ferreira da Costa e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências. Área de Concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília - DF
Dezembro/2011

1. A luz, suas naturezas, sua propagação, o *laser* e a algumas aplicações

1.1. Breve introdução

Você já se perguntou para que você estuda Ótica? Você saberia explicar o que vem a ser luz e qual a parte da Física que a estuda? E sobre o *laser*, o que vem a ser? Será que você conseguiria listar algumas de suas aplicações tecnológicas?

Este texto paradidático tem, entre outras finalidades, permitir a você, leitor, a construção dessas respostas.

Para isso, apresentaremos alguns tópicos relacionados à Ótica (parte da Física que estuda fenômenos relacionados com a luz) neste texto paradidático intitulado “A luz, suas naturezas, sua propagação, o *laser* e algumas aplicações”.

Inicialmente apresentaremos alguns aspectos simples relacionados à propagação da luz.

1.1.1. Séculos XVII, XVIII e XIX.

A teoria ondulatória tem sua principal origem na obra do holandês Christiaan Huygens, intitulada “Tratado sobre a Luz” e publicada em 1690. Nela é possível encontrar a formulação do *Princípio de Huygens* e que explica satisfatoriamente a propagação das ondas. Este princípio explica fenômenos observáveis como reflexão, interferência e difração de ondas.



Christiaan **Huygens** (1629 – 1695)

Veja, nos links abaixo, os *applets* para simular alguns efeitos de difração.

<http://www.scienzagiovane.unibo.it/scienziati/diffrazione/applet.html>

<http://www.ngsir.netfirms.com/englishhtm/Diffraction.htm>

Existem fenômenos da Ótica compatíveis com a teoria de que a luz seria formada por partículas, como muitas pequeníssimas bolas. Essa teoria que considera a luz formada por corpos é chamada tecnicamente de corpuscular e é, geralmente, associada a Newton, o mesmo das três leis do movimento, como seu precursor e principal defensor, no século XVIII.



Isaac **Newton** (1643 – 1727)

A obra de Newton cujo título é “Ótica”, publicada em 1704 e revista em 1717 apresenta, dentre outros resultados, aspectos relacionados à decomposição em cores da luz solar (ver figura acima), comumente chamada de luz branca. As ideias de Newton, a respeito da luz, contidas em sua obra, combinavam duas teorias: a corpuscular e a ondulatória, o que parecia se aproximar da concepção atual acerca da(s) natureza(s) da Luz.

Foi apenas no começo do século XIX, por meio dos trabalhos do britânico Thomas Young e do francês Augustin Jean Fresnel relacionados à interferência e à difração que a teoria ondulatória para a luz triunfa.



Thomas **Young** (1773 – 1829)



Augustin Jean **Fresnel** (1788 – 1827)

O trabalho de Huygens já trazia comentários relacionados à polarização da luz, antes discutidos por Newton e mais tarde por Fresnel, descartando a possibilidade de as ondas luminosas serem longitudinais como o som e concluindo acerca do caráter transversal da luz. Para ler mais sobre polarização de ondas ou visualizar algumas animações, siga o *link*:

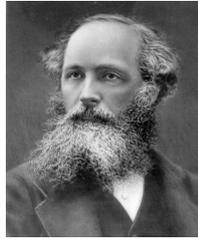
<http://www.qsl.net/py4zbz/antenas/polarizacao.htm>

A seguir, mais um *applet* que simula efeitos de difração. Veja-o:

<http://www.ngsir.netfirms.com/englishhtm/Interference.htm>

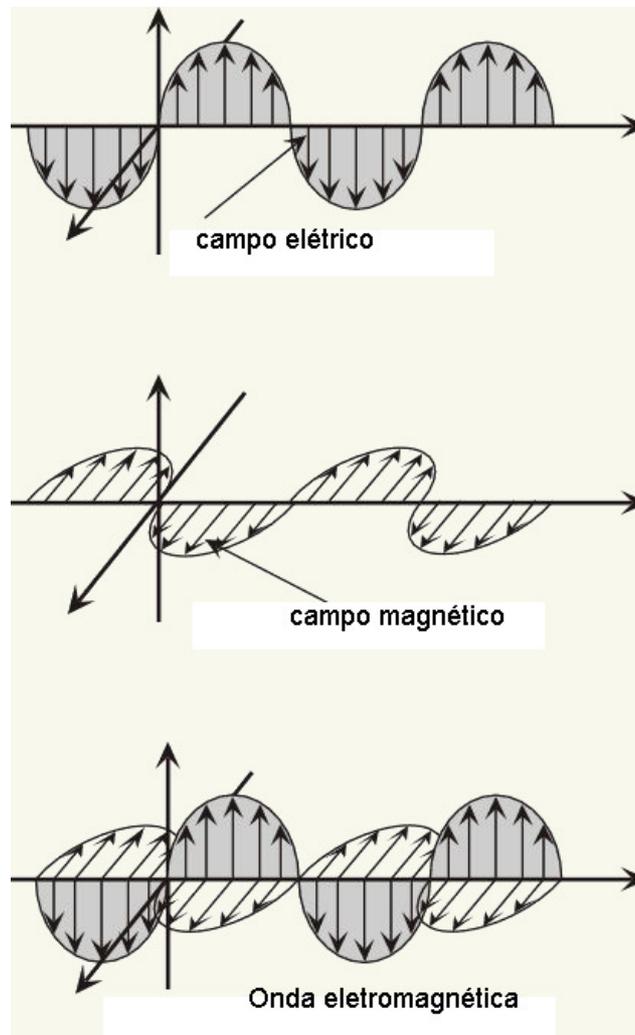
Em 1861, o também britânico James Clerk Maxwell juntando as leis básicas do eletromagnetismo, descoberta por ele e por outros cientistas,

deduziu a existência das ondas eletromagnéticas e que estas se propagam com velocidade igual à da luz, cujo valor é da ordem de 300.000 km/s ou $3,0 \cdot 10^8$ m/s, no vácuo. Esta coincidência lhe permitiu sugerir que a luz era uma onda eletromagnética.



James Clerk **Maxwell** (1831 – 1879)

A ilustração a seguir é de uma onda eletromagnética conforme a teoria de Maxwell. Note que essa onda é formada por campos elétricos perpendiculares a campos magnéticos que se propagam a velocidade da luz.



Representação de uma onda eletromagnética

Mas as teorias de Maxwell careciam de confirmação experimental. Em 1888, as experiências do alemão Heinrich Rudolf Hertz de produção de ondas eletromagnéticas, confirmaram a *teoria eletromagnética da luz*. Estas experiências possibilitaram a transmissão de informação a distância, através dessas ondas, sem a necessidade de um fio como meio de propagação. Isso tornou possível a invenção do rádio e da televisão, e hoje são utilizadas também em aparelhos de telefone celular e em muitas outras situações e equipamentos, como por exemplo, transmissões via satélite e aparelhos de GPS.



Heinrich Rudolf **Hertz** (1857 – 1894)

1.1.2. Século XX

Foi também nessas experiências, que Hertz observou as primeiras manifestações do que seria o *efeito fotoelétrico*, fenômeno explicado mais tarde por Albert Einstein, ressurgindo a teoria corpuscular para a luz.



Disponível em: <http://www.brasilecola.com/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>

Quais as explicações para algumas portas se abrirem quando delas nos aproximamos?

Para saber um pouco sobre o efeito fotoelétrico, siga o *link*:

<http://www.brasilecola.com/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>

Para explicar o efeito fotoelétrico foi necessário utilizar os novos conhecimentos sobre a radiação térmica. A luz proveniente do Sol é a mesma

que Newton concluiu ser constituída por um espectro⁵ contínuo de cores visíveis, além de conter *radiação térmica*, radiação essa que é também constituída por ondas eletromagnéticas, mas invisível para o olho humano, e é emitida por corpos devido à sua temperatura. Esta radiação é chamada tecnicamente de *radiação de corpo negro* pois, mesmo em um corpo que absorva toda a luz incidente sobre sua superfície, ou seja, que seja negro à luz incidente, emitirá essa radiação.

Caso esteja interessado em um pouco mais sobre radiação de corpo negro, vá em: <http://www.infoescola.com/fisica/radiacao-do-corpo-negro/>.

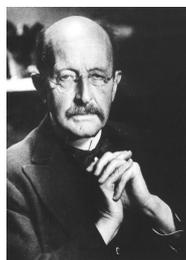
A explicação da produção da radiação térmica, incompatíveis com a Física clássica dos cientistas citados acima, foram formuladas e publicadas pelo alemão Max Planck, um dos precursores da Teoria Quântica, no ano de 1900, quando postulou a ideia dos *quanta*.

Para os cientistas antes de Planck, a energia das ondas eletromagnéticas podia ser emitida em quantidades de tamanho ilimitadamente pequeno. Mas Planck sugeriu que a emissão de radiação é feita por pacotes (*quanta*), com energia mínima proporcional à frequência da onda (cor).

Utilizando uma expressão matemática, isso significa que:

$$E = hf$$

Nesta equação, “E” representa a energia, “h” um termo denominado constante de Planck, em honra a ele, e “f” a frequência da onda eletromagnética.



Max Karl Ernst **Planck** (1858 – 1947)

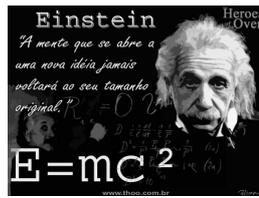
⁵ Espectro, termo (*spectrum*) primeiramente utilizado por Isaac Newton para se referir ao conjunto de cores que ele observou ao fazer a luz solar atravessar um prisma (no caso dele, pedaço de vidro polido).

O alemão de nascimento Albert Einstein revelou, em 1905, que os resultados experimentais observados no efeito fotoelétrico também não eram explicados satisfatoriamente pela Física Clássica (aquela Física até por volta de 1900, proposta por Newton, Maxwell e outros).

Então, propôs que as hipóteses de Planck fossem estendidas a toda luz, e não apenas à radiação térmica, sugerindo que a luz é constituída por corpúsculos de energia, mais tarde denominados *fótons* por outros cientistas.

Este fato reacendeu a ideia de que a luz tem caráter corpuscular.

Com isso, ele explicou satisfatoriamente o efeito fotoelétrico admitindo que a luz é constituída de fótons. Este trabalho de Einstein, em que explica o efeito fotoelétrico, leva-o a ganhar o Prêmio Nobel de Física, em 1922.



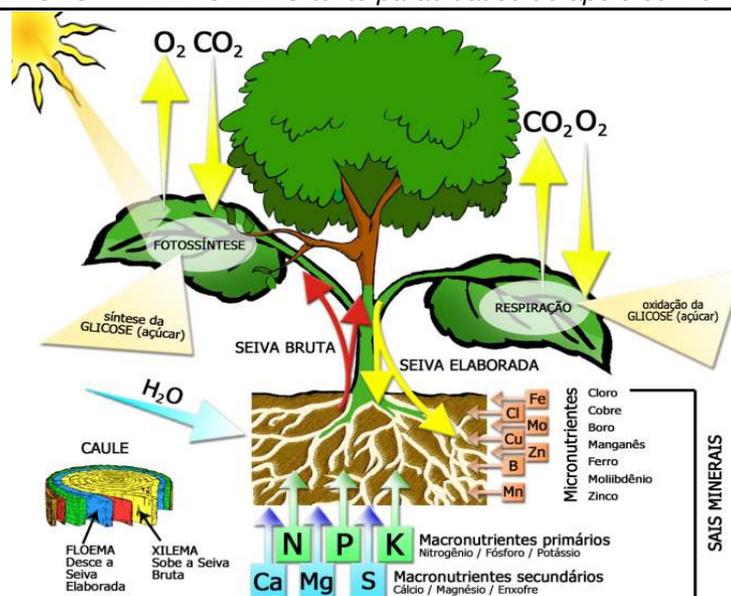
Albert **Einstein** (1879 – 1955)

1.2. Ótica, luz visível e o espectro eletromagnético

A Ótica exerce certo fascínio aos que a estudam. Uma das razões para esse fascínio reside no fato de que a luz, objeto de estudo da Ótica, está intimamente relacionada à sensação da visão e, por conseguinte, à capacidade de orientação.

Outra razão pode estar associada ao fato de que o Sol é nossa principal fonte de luz e, conseqüentemente, principal fonte natural de energia.

Sem a luz proveniente do Sol, não teríamos sequer a realização da fotossíntese para o desenvolvimento das plantas. É a energia luminosa que vem dessa estrela (o Sol) que as plantas necessitam para a formação de matéria orgânica, como o açúcar.



Disponível em: <http://www.quimicalizando.com/curiosidades/a-quimica-da-fotossintese/>

Sem plantas não existiriam alimentos e, por consequência, animais como bovinos, equinos, ovinos, caprinos, além de muitos outros, não se alimentariam. A realização da fotossíntese libera algumas substâncias de que não necessita como, por exemplo, o oxigênio, tão necessário à respiração do seres vivos.

Não precisamos de tantos outros exemplos para nos convencer da importância de estudarmos a Ótica.

De forma bastante simplificada é possível dizer que a Ótica é a ramificação da Física que estuda a propagação da luz e sua interação com a matéria, o que permite explicar uma vasta quantidade de fenômenos observados direta ou indiretamente, estes últimos mais difíceis de serem observados, sem tecnologia adequada.

A luz visível é apenas uma pequena parcela de um amplo conjunto, o espectro eletromagnético. Distinguimos as diversas partes desse espectro por valores de “frequência” ou por “comprimentos de onda”. O espectro eletromagnético, nada mais é do que um intervalo da radiação eletromagnética, que contém desde as ondas de rádio, as microondas, o infravermelho, a luz visível, os raios ultravioleta, os raios X, até a radiação gama.

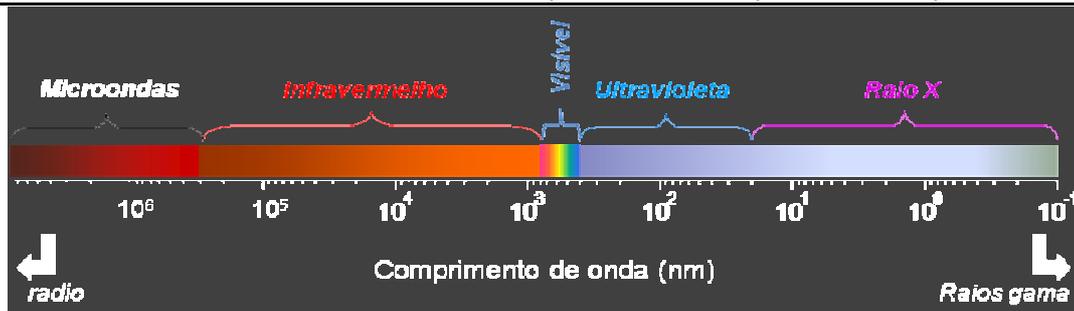


Figura: Ilustração do espectro eletromagnético

Atualmente a Ótica está bastante presente em nosso dia a dia: (1) em telecomunicações com o surgimento das fibras ópticas, que funcionam como guias de luz (ou outro tipo de onda) transportando informações, muito utilizadas em telecomunicações; (2) na indústria por meio de sistemas de inspeção e medição sem que haja necessidade de contato; (3) em nossas residências com a popularização da TV de LCD, do inglês *Liquid Crystal Display* e que significa Tela de Cristal Líquido; (4) as diversas aplicações do *laser* como nos leitores de códigos de barra.

A luz está presente em todas as aplicações acima. Se ela, como escrevemos nas linhas acima, é apenas uma parcela de um vasto conjunto, chamado espectro eletromagnético, o qual pode ser classificado por frequências ou comprimentos de onda, será que existem aplicações tecnológicas para aquelas ondas do espectro fora da faixa de luz visível?

1.3. O *laser* e sua invenção há pouco mais de 50 anos

Em Ciência e em Tecnologia (C&T), a compreensão de certos conceitos pode ser difícil porque seus efeitos não são observados com facilidade.

No entanto, na Ótica, a simples utilização de um feixe de *laser*, do acrônimo inglês *light amplification by stimulated emission of radiation*, que pode ser traduzido como “amplificação de luz por radiação estimulada”, possibilita a interpretação/observação indireta de determinados fenômenos a partir de outros parâmetros.



Ilustração de um feixe de *laser*

Disponível em: <http://www.fayerwayer.com.br/wp-content/uploads/2010/05/laser.jpg>

A que devemos isso? Principalmente à possibilidade de hoje termos o *laser* que, nada mais é do que luz coerente⁶, monocromática e colimada (que se propaga na mesma direção) do feixe proveniente deste instrumento.

A utilização adequada do *laser*, também permite a reprodução e a observação de fenômenos como difração e interferência, nos quais a natureza ondulatória da luz se manifesta claramente.

Para se chegar ao desenvolvimento desse dispositivo – o *laser* -, e de outros tantos importantes e presentes nas atuais tecnologias, um árduo e longo caminho foi percorrido e isso gerou um histórico muito rico. Dentre os aspectos presentes na riqueza de detalhamento gerada ao longo desse trajeto, percorrido pela Ciência, destacam-se os ligados à natureza da luz e aos caminhos que a Ótica trilhou ao longo dos séculos.

Boa parte dessas aplicações tecnológicas é devida à invenção do *laser*, uma nova forma de fonte de luz, que nasce no final dos anos 1950, por volta de 1960. As aplicações do *laser* podem ser encontradas em todas as áreas presentes na C&T.

Assim, nas próximas linhas discutiremos um tema que desperta bastante a atenção das pessoas. O *laser* e algumas de suas aplicações.

Einstein foi quem primeiramente elaborou a teoria do processo chamado *emissão estimulada de radiação*, o fundamento científico associado para a explicação do *laser*. O conceito de radiação a *laser* foi primeiramente

⁶ Para saber mais sobre os termos coerência e monocromaticidade, siga o *link*: http://www.nupen.com.br/Revista_port/fund_fisicos1.php

concebido no artigo intitulado “*The Quantum Theory of Radiation*” de Einstein, publicado em 1917.

Baseado nessa teoria, o norte americano Charles Townes e seus colegas, em 1954, inventaram o *maser*, que significa amplificação de microondas pela emissão estimulada da radiação e tem o mesmo princípio de funcionamento do *laser*.

O físico, também norte americano Theodore Maiman, em 1960, construiu o primeiro laser funcional introduzindo uma tecnologia atualmente utilizada em muitos dispositivos modernos de armazenamento de dados dentre os quais se destacam os discos como: o *compact disc* (CD), o *Digital Versatile Disc* (DVD) e o *Blue Ray Disc* (BD).

1.4. O *laser* e seu funcionamento

Os elétrons de átomos ou moléculas no interior de uma cavidade ótica (região em que ondas eletromagnéticas podem ser aprisionadas em movimento de vai e vem devido a paredes refletoras) absorvem energia de uma fonte externa e ficam em uma situação chamada de estado excitado não estável.

Na situação em que a maioria dessas moléculas ou átomos se encontra num estado excitado, alguns deles podem passar do estado excitado ao estado estável com a emissão de energia, em forma de partículas de luz (fótons), e que viajarão dentro da cavidade. Essa luz, ao passar por moléculas ou átomos ainda excitados, estimulará a passagem do elétron ao estado estável com emissão de mais fótons de mesma frequência que se propagarão na direção do fóton estimulador, devido à cavidade, aumentando mais a emissão e, assim, amplificando a radiação na direção da cavidade.

Um dos espelhos transmite parcialmente numa determinada região. Finalmente a luz é tão intensa que uma pequena parte dela que não sofre reflexão na cavidade, emerge e se propaga como radiação *laser*.

Aquelas moléculas (ou átomos) utilizadas podem ser um gás (Argônio, Dióxido de Carbono, uma mistura de gases como o Hélio-Neônio), um líquido

(corante) ou um sólido (cristais de neodímio, érbio, em matrizes de óxidos ou fluoretos, ou ainda diodos semicondutores).

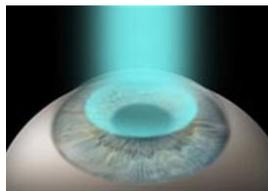
1.5. O *laser* e algumas de suas aplicações

Aqui apresentaremos algumas das principais características do *laser*, mostrando a sua utilização na vida cotidiana e na Ciência.

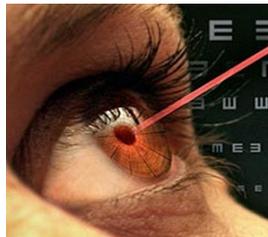
As novas características da luz gerada pelo *laser* têm aplicações, nas Ciências Biológicas, que permitem avanços, além de facilitarem o desenvolvimento de pesquisas inéditas, antes impossíveis de serem realizadas sem a sua utilização.

O *laser* viabilizou o aprimoramento de técnicas para mapeamento de regiões adequadas para a Agricultura, contribuiu para os avanços na Engenharia Genética, para o progresso da farmacologia, permitiu medições precisas na Botânica, nos processos de automatização da indústria, possibilitou avanços nos estudos rumo à manipulação e descrição do DNA, dentre outras situações.

O *laser* está também nos computadores, em aparelhos de som, consultórios odontológicos, médicos das mais variadas especialidades e em laboratórios de Ciências.



Disponível em: <http://www.hospitaldeolhosdoparana.com.br>



Disponível em: <http://www.guiame.com.br>

Aplicação do *laser* em cirurgias como correções de defeitos visuais

Dentre as aplicações do *laser*, uma delas é bem comum em nosso dia a dia, o da leitura de códigos de barras. Nas próximas linhas comentaremos esta aplicação.

1.5.1 Leitor de código de barras

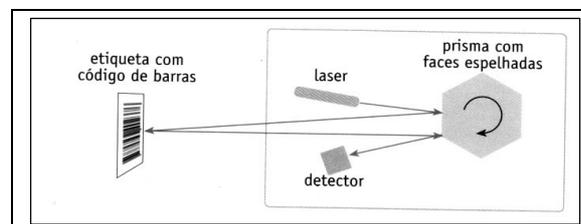
Você imagina como seriam as filas de atendimento, nos caixas de supermercados e de bancos, não fosse o *laser*? Ou mesmo para você efetuar o pagamento de um único boleto, no autoatendimento eletrônico?



Leitor de código de barras - Disponível em: www.tecnologia.terra.com.br

Nos leitores de código de barras, que são de vários tipos, são utilizados espelhos planos ou prismas de reflexão total (veremos a reflexão total em outro texto).

Um conjunto de espelhos que constitui as faces de um prisma (veja a ilustração a seguir), que gira com elevada velocidade angular, é utilizado para que um feixe de *laser* faça a varredura para ler etiquetas com códigos de barra. Esse sistema, bastante presente em nosso cotidiano, é muito utilizado em grandes supermercados para a leitura dos preços das mercadorias e em ambientes de autoatendimento, como em caixas eletrônicos.



Fonte: Cabral & Lago, 2002

Um sistema mede a intensidade da luz refletida e consegue distinguir as barras claras das escuras da etiqueta. Essa informação é enviada a um computador, que interpreta e informa o preço da mercadoria.

As barras escuras do código absorvem luz e os espaços brancos a refletem e assim formam uma onda que volta para um sensor. Aquele tipo de onda é decodificado por um *scanner* de maneira análoga à decodificação dos pontos e riscas do código Morse⁷.

O *laser* tornou-se instrumento indispensável na C&T de forma que adquiriu versatilidade no estudo e na manipulação de estruturas até então inacessíveis.

1.6. Questões para consulta ou pesquisa

Para pesquisa ou consulta sobre o que está escrito aqui, vá ao seu livro de Física ou ao texto paradidático ou, se for o caso, à *internet*.

Depois de pesquisar, discuta com os seus colegas e elabore/construa suas respostas.

1. Quais as ideias acerca da natureza da luz, ao longo da história? E qual a concepção atual? Com que velocidade ela (a luz) se propaga, no vácuo? E as demais ondas eletromagnéticas, com que velocidade se propagam no vácuo? Procure saber o que vem a ser ano-luz e como é calculada essa medida. O ano-luz é uma medida de tempo ou de distância? Explique sucintamente.
2. Pesquise sobre os termos difração e interferência. Como *Huygens* explicou o fenômeno da difração? Faça uma figura para explicar.
3. Tomando o experimento com um prisma, feito por Newton, sobre a decomposição da luz solar, comumente chamada de luz branca, tente reproduzi-lo e responda: o que se entende por espectro? E por espectro contínuo? Sabe-se que no espectro contínuo, infinitas cores (frequências) o compõe. No entanto, Newton convencionou um certo número de faixas de cores (frequências) que compõem a luz solar. Quantas são essas faixas de cores? Qual a lógica utilizada por Newton ao convencionar esse número de faixas constituintes da luz branca? Pesquise sobre como montar e fazer o experimento do prisma e faça o seu experimento.

⁷ O **código morse** é um sistema de representação de letras, números e sinais de pontuação por meio de um sinal codificado enviado intermitentemente. Quem o desenvolveu, em 1835, foi Samuel Morse, criador do telégrafo elétrico.

4. Afinal qual a concepção atual acerca do caráter da luz? Corpuscular e/ou ondulatório?
5. Apresente pelo menos 02 (duas) aplicações do efeito fotoelétrico. Neste efeito, qual o caráter da luz é, quanto à sua natureza, mais evidenciado? O ondulatório ou o corpuscular?
6. Apenas por curiosidade... Einstein é bastante “conhecido” por ter desenvolvido a famosa Teoria da Relatividade (Especial e Geral). Mas qual foi o trabalho de Einstein que lhe conferiu o Prêmio Nobel de Física? E em que época isso se deu?
7. Apresente e comente resumidamente pelo menos 03 (três) das aplicações tecnológicas advindas da Ótica.
8. Qual o significado de *laser*? Procure em seu livro ou aqui neste texto ou em algum *site* de busca e liste pelo menos 03 (três) aplicações para o *laser* e discuta-as com seus colegas. Transcreva essas discussões.
9. Enuncie as leis da reflexão, tal como aparecem em seu livro didático. A quem se atribui o enunciado da 2ª lei da reflexão e em que época essa lei foi enunciada? As leis da reflexão “nasceram” prontas e acabadas ou sofreram alterações ao longo da história? O que isso pode significar para você em relação ao conhecimento científico e seu desenvolvimento? Ele (o conhecimento científico) está pronto, verdadeiro e acabado? Comente.
10. Também por curiosidade, faça uma rápida pesquisa para saber um pouco sobre a estrutura numérica do código de barras (o que significa cada número/letra ou conjunto deles). Descubra qual é o país responsável pelo controle e/ou licenciamento de um produto cujo código de barras se inicia com os dígitos 789.

1.7. Referências

- BAGNATO, V. S. **Os fundamentos da luz laser**. Física na Escola, São Carlos, v. 2, n. 2, p. 4-9, 2001.
- BARTHEM, Ricardo. **A Luz**. Coleção Temas Atuais de Física. Sociedade Brasileira de Física (SBF). Editora Livraria da Física. São Paulo, 1ª ed. 2005.
- BASSALO, José Maria Filardo. **A crônica da Óptica clássica (Parte I): 800 A.C-1665 D.C)**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 138-159, 1986.
- BASSALO, José Maria Filardo. **A crônica da Óptica clássica (Parte II: 1665-1801)**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 140-150, 1987.
- BASSALO, José Maria Filardo. **A crônica da Óptica clássica (Parte III: 1801-1905)**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 37-58, 1989.
- BRUGNERA JÚNIOR, A.; PINHEIRO, A. L. B. **Laser na odontologia moderna**. 1.ed., São Paulo, Pancast, 1998.
- CABRAL, F. e LAGO, A. **Física 2**. Editora Harbra. Rio de Janeiro, 2002.
- MARTINS, R. L. **Sociedade Brasileira de Cirurgia**. Disponível no site www.sbccp.org.br/noticias_193.php. Acesso em 20/01/2011. Acesso em: 10 dez. 2010.
- MELO, Ana Carolina Staub de; PEDUZI, Luiz O. Q.. **Contribuições da epistemologia bachelardiana no estudo da história da Óptica**. Ciênc. educ. (Bauru) [online]. 2007, vol.13, n.1, pp. 99-126.
- MENDONÇA, P. E. M. F. **O LASER na biologia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 86-94, março, 1998.
- MOURA, Breno Arsiolo; SILVA, Cibelle Celestino. **Newton antecipou o conceito de dualidade onda-partícula da luz?** *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008*.
- NEWTON, Isaac. **Nova Teoria sobre Luz e Cores**. Tradução: SILVA, C. C. & MARTINS, R. A. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 18, nº 4, p. 313- 327, dez. 1996.
- NEWTON, Isaac. **Óptica**. Tradução: ASSIS, André Koch Torres. São Paulo: EDUSP, 2002.
- ROCHA, José Fernando Moura. **Origem e Evolução do Eletromagnetismo**. In: ROCHA, José Fernando Moura (org). *Origens e Evolução das Idéias da Física*. Salvador, EDUFBA, 2002.
- RONAN, C. A. **Ciência Romana e Medieval**. Jorge Zahar Editor / Círculo do Livro S.A., História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge, Volume II, 130 a 158, São Paulo, Brasil, 1987.
- SILVA, Cibelle Celestino. **A Teoria da Cores de Newton: um estudo crítico do Livro I do Opticks**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Física Gleb Wataghin. Campinas, Brasil, 1996.

SILVA, Cibelle Celestino. **Há 300 anos era publicado Óptica, de Isaac Newton ... E a Luz se fez.** *Ciência Hoje*, v. 35, n. 207, ago, 2004.

SILVA, Fabio W. O. da. **A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos.** *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2007, vol.29, n.1, pp. 149-159. ISSN 1806-1117.

THUILLIER, P. **De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica.** Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, Brasil, 1994.

APÊNDICE C

Roteiro para a entrevista semi-estruturada

- 1) O que mais chamou a sua atenção no texto?
- 2) O que você considerou como ponto(s) negativo(s) no texto?
- 3) Na sua opinião, esse texto deveria/poderia ser utilizado numa aula só ou em várias aulas? Por quê?
- 4) Você acha que a Ciência está fechada? Ou ela sofre mudanças à medida que vai havendo evolução?
- 5) Uma das ideias do autor no texto é mostrar que a Ciência é mutável (ela muda) e os livros às vezes passam a impressão de que a Ciência está acabada... Traz aquilo (aquele conhecimento pronto)... O texto conseguiu mostrar isso para você? Que a Ciência muda com o tempo?
- 6) Gostaria de saber se você encontrou dificuldade no texto. Se o achou útil. Quais são os benefícios de uma atividade utilizando um texto paradidático?
- 7) Na sua opinião, os *links* que aparecem no TP são pontos positivos? Por quê?
- 8) Cite algumas situações em que o texto aproximou a Física escolar do seu dia a dia. Comente.
- 9) Na sua opinião, conceitos de outras disciplinas foram trabalhados no texto? Como avalia isso?
- 10) Cite algumas aplicações tecnológicas de conhecimentos trabalhados no texto. Comente.

APÊNDICE D

Questionário de Opinião com histogramas associados às correspondentes respostas

Questionário para investigar o tipo de aula e de texto que agradam o aluno

Ao propor atividades de ensino, o autor sugere uma estratégia na qual a Física pode se relacionar com outras áreas do conhecimento humano, por meio de utilização de um texto paradidático relacionado à Ótica, em especial às técnicas e tecnologias nascidas a partir do *laser*.

Ao planejar esse texto de apoio paradidático, o autor investiga sobre a possibilidade da leitura de textos de divulgação científica ser pensada como estratégia para o Ensino de Física.

Esta pesquisa busca entender, segundo a sua opinião, quais as possibilidades de viabilizar uma proposta destas, a partir do estabelecimento de relações entre o dia a dia do estudante, a Ótica e algumas de suas aplicações tecnológicas.

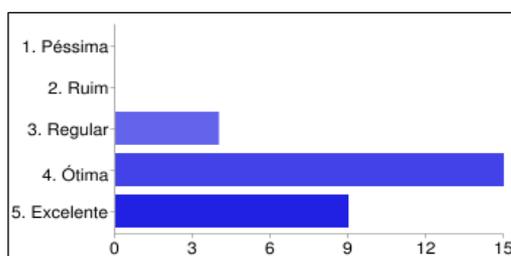
Nesse sentido pedimos que você colabore, voluntariamente, respondendo algumas questões.

Os nomes não serão divulgados.

Para a pesquisa seria muito bom se todas as questões fossem respondidas.

I. Aspectos mediadores aluno, professor e livro didático adotado.

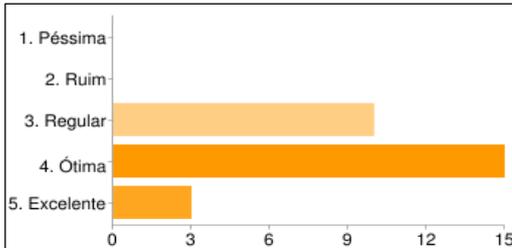
1. O que você achou da ideia de se utilizar leitura de texto paradidático (TP)?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 4 → 14%
- 4. Ótima 15 → 54%
- 5. Excelente 9 → 32%

Figura 01: histograma por opção de resposta à questão 01.

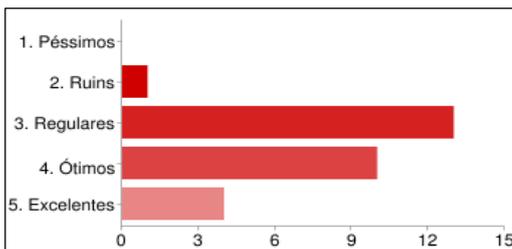
2. Como você avalia a facilidade de identificar e relacionar os assuntos estudados durante as aulas de Física, até o momento, com aqueles presentes no texto paradidático (TP)?



1. Péssima 0 → 0%
2. Ruim 0 → 0%
3. Regular 10 → 36%
4. Ótima 15 → 54%
5. Excelente 3 → 10%

Figura 02: histograma por opção de resposta à questão 02.

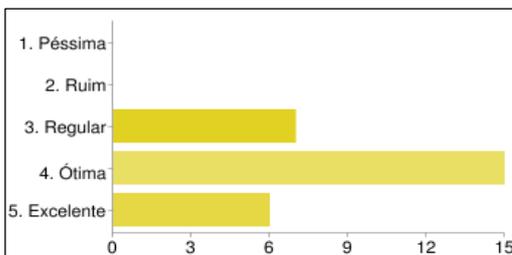
3. Como você avalia os assuntos presentes no texto paradidático (TP) para facilitar a compreensão da Física presente no livro didático (LD)?



1. Péssimos 0 → 0%
2. Ruins 1 → 4%
3. Regulares 13 → 46%
4. Ótimos 10 → 36%
5. Excelentes 4 → 14%

Figura 03: histograma por opção de resposta à questão 03.

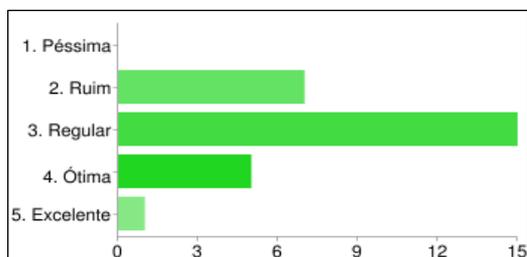
4. Como você avalia a relação entre os assuntos trabalhados no TP com o seu dia a dia ou com o dia a dia das pessoas?



1. Péssima 0 → 0%
2. Ruim 0 → 0%
3. Regular 7 → 25%
4. Ótima 15 → 54%
5. Excelente 6 → 21%

Figura 04: histograma por opção de resposta à questão 04.

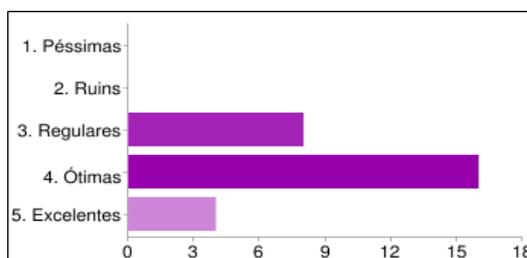
5. Como você avalia sua dificuldade ao iniciar, executar e finalizar as atividades ou as questões propostas no TP?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 7 → 25%
- 3. Regular 15 → 54%
- 4. Ótima 5 → 17%
- 5. Excelente 1 → 4%

Figura 05: histograma por opção de resposta à questão 05.

6. No seu ponto de vista, como avalia as atividades ou as questões propostas no TP com relação ao despertar de seu maior interesse para aprender Ciências?

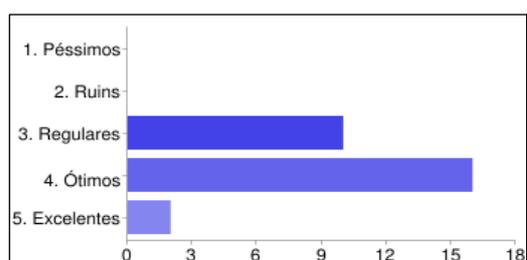


- 1. Péssimas 0 → 0%
- 2. Ruins 0 → 0%
- 3. Regulares 8 → 29%
- 4. Ótimas 16 → 57%
- 5. Excelentes 4 → 14%

Figura 06: histograma por opção de resposta à questão 06.

II. Aspectos relacionados à leitura e à motivação.

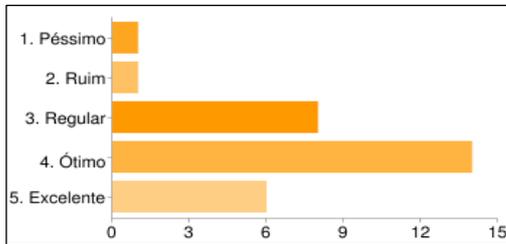
7. Na sua opinião, como avalia os aspectos desafiadores presentes nas questões do TP?



- 1. Péssimos 0 → 0%
- 2. Ruins 0 → 0%
- 3. Regulares 10 → 36%
- 4. Ótimos 16 → 57%
- 5. Excelentes 2 → 7%

Figura 07: histograma por opção de resposta à questão 07.

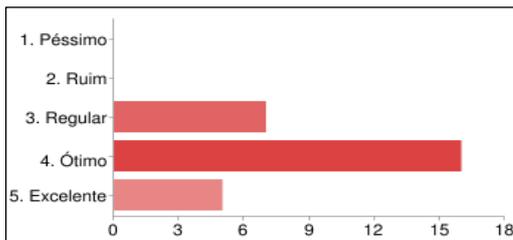
8. Como avalia o despertar de sua curiosidade a partir das atividades ou das questões presentes no TP, além da leitura?



1. Péssimo 1 → 3%
2. Ruim 1 → 3%
3. Regular 8 → 27%
4. Ótimo 14 → 47%
5. Excelente 6 → 20%

Figura 08: histograma por opção de resposta à questão 08.

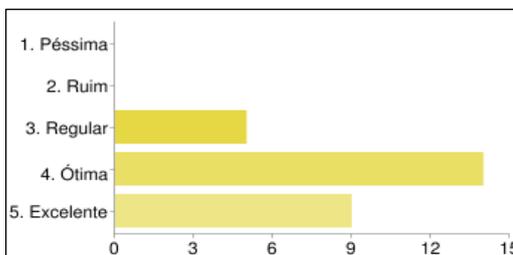
9. Para você, como avalia a contribuição do TP para sua melhor compreensão dos fenômenos estudados?



1. Péssimo 0 → 0%
2. Ruim 0 → 0%
3. Regular 7 → 25%
4. Ótimo 16 → 57%
5. Excelente 5 → 18%

Figura 09: histograma por opção de resposta à questão 09.

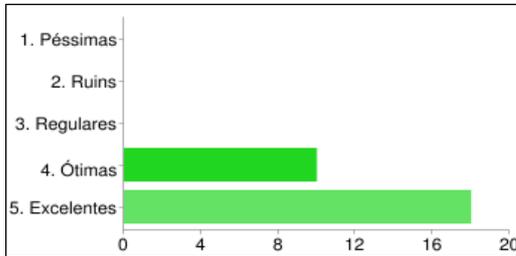
10. Ao se utilizar TP relacionados à Ciência ou à Tecnologia, como você avalia a contribuição dessa estratégia de ensino em relação ao seu aumento de interesse para aprender Física?



1. Péssima 0 → 0%
2. Ruim 0 → 0%
3. Regular 5 → 18%
4. Ótima 14 → 50%
5. Excelente 9 → 32%

Figura 10: histograma por opção de resposta à questão 10.

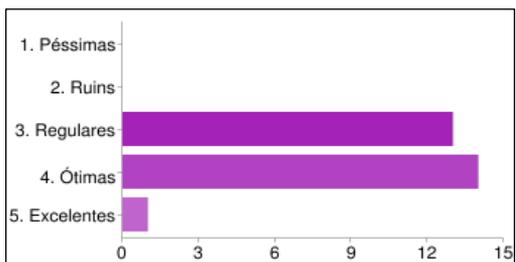
11. Como você avalia os/as *applets*/simuladores/animações presentes ao longo do TP, por meio de *links*?



1. Péssimas 0 → 0%
2. Ruins 0 → 0%
3. Regulares 0 → 0%
4. Ótimas 10 → 36%
5. Excelentes 18 → 64%

Figura 11: histograma por opção de resposta à questão 11.

12. Como você avalia as atividades de leitura e a resolução das questões presentes no TP em relação à aprendizagem de conceitos físicos?

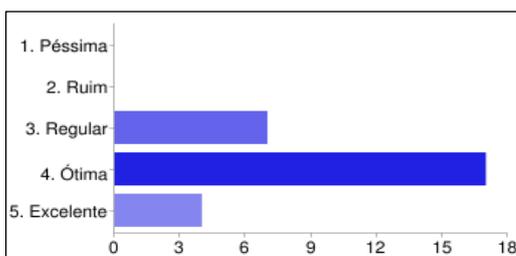


1. Péssimas 0 → 0%
2. Ruins 0 → 0%
3. Regulares 13 → 47%
4. Ótimas 14 → 50%
5. Excelentes 1 → 3%

Figura 12: histograma por opção de resposta à questão 12.

III. Aspectos educacionais (A Luz, o *laser* e algumas aplicações).

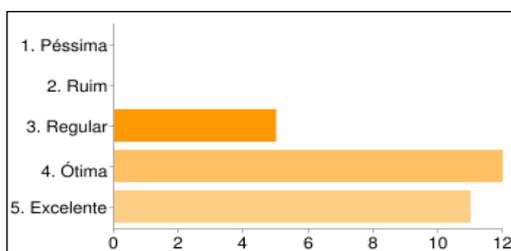
13. Como você avalia atividades de leitura para a melhoria de sua capacidade de interpretação de textos?



1. Péssima 0 → 0%
2. Ruim 0 → 0%
3. Regular 7 → 25%
4. Ótima 17 → 60%
5. Excelente 4 → 15%

Figura 13: histograma por opção de resposta à questão 13.

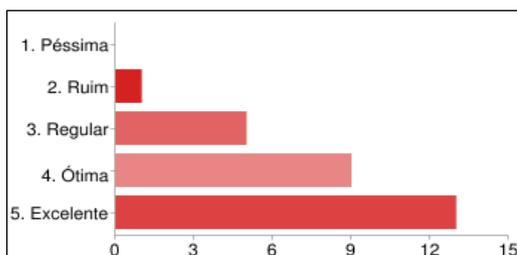
14. Como você avalia a recomendação desse tipo de atividade de leitura a outras pessoas?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 5 → 18%
- 4. Ótima 12 → 43%
- 5. Excelente 11 → 39%

Figura 14: histograma por opção de resposta à questão 14.

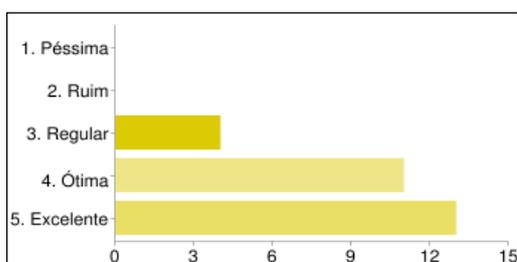
15. Como você avalia a ideia de sugerir esse tipo de atividade a outros professores?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 1 → 3%
- 3. Regular 5 → 18%
- 4. Ótima 9 → 32%
- 5. Excelente 13 → 47%

Figura 15: histograma por opção de resposta à questão 15.

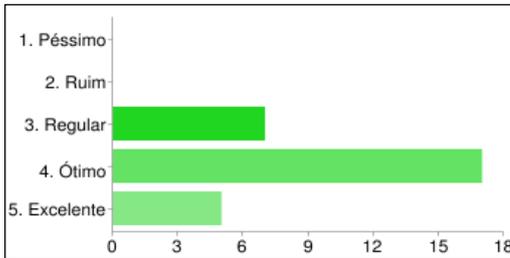
16. Como você avalia a ideia de esse tipo de atividade ser incorporada às aulas de Física?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 4 → 14%
- 4. Ótima 11 → 39%
- 5. Excelente 13 → 47%

Figura 16: histograma por opção de resposta à questão 16.

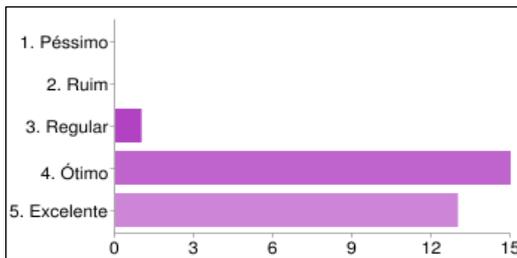
17. Como você avalia esse tipo de atividade com relação à mudança de atitude do aluno para aprender Física?



- 1. Péssimo 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 7 → 24%
- 4. Ótimo 17 → 59%
- 5. Excelente 5 → 17%

Figura 17: histograma por opção de resposta à questão 17.

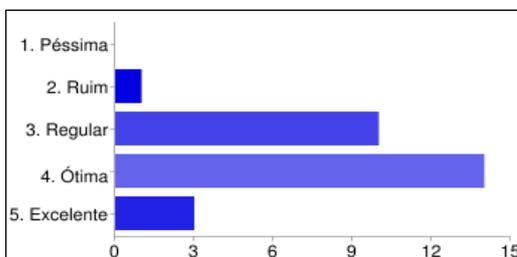
18. Como você avalia o texto no sentido de auxiliá-lo(a) a aproximação entre a Física e a tecnologia?



- 1. Péssimo 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 1 → 3%
- 4. Ótimo 15 → 52%
- 5. Excelente 13 → 45%

Figura 18: histograma por opção de resposta à questão 18.

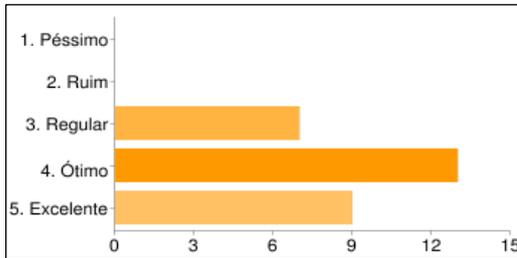
19. Como você avalia a compreensão de conceitos construídos a partir da leitura e das discussões relacionadas ao texto?



- 1. Péssima 0 → 0%
- 2. Ruim 1 → 3%
- 3. Regular 10 → 36%
- 4. Ótima 14 → 50%
- 5. Excelente 3 → 11%

Figura 19: histograma por opção de resposta à questão 19.

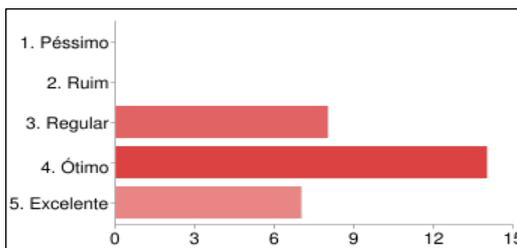
20. Como você avalia o grau de interesse nas aulas de Física com esse tipo de atividade (leitura do TP)?



- 1. Péssimo 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 7 → 24%
- 4. Ótimo 13 → 45%
- 5. Excelente 9 → 31%

Figura 20: histograma por opção de resposta à questão 20.

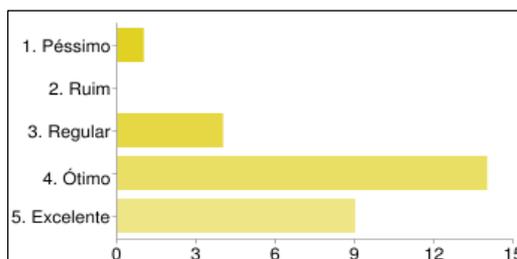
21. Como você avalia o grau de desafio nas aulas de Física causado por esse tipo de atividade (leitura do TP)?



- 1. Péssimo 0 → 0%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 8 → 28%
- 4. Ótimo 14 → 48%
- 5. Excelente 7 → 24%

Figura 21: histograma por opção de resposta à questão 21.

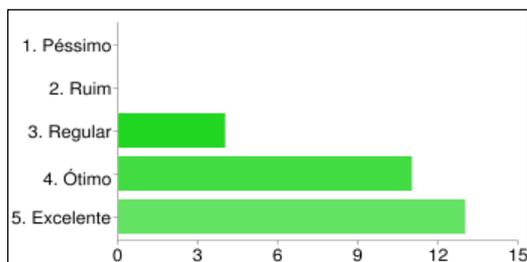
22. Como você avalia o seu "passar a gostar mais de Física", depois de ter participado desse tipo de atividade (leitura do TP)?



- 1. Péssimo 1 → 3%
- 2. Ruim 0 → 0%
- 3. Regular 4 → 14%
- 4. Ótimo 14 → 50%
- 5. Excelente 9 → 32%

Figura 22: histograma por opção de resposta à questão 22.

23. Como você avalia os aplicativos/simuladores/applets para a compreensão dos fenômenos simulados?



1. Péssimo 0 → 0%

2. Ruim 0 → 0%

3. Regular 4 → 14%

4. Ótimo 11 → 39%

5. Excelente 13 → 47%

Figura 23: histograma por opção de resposta à questão 23.

IV. Eventuais comentários, críticas e sugestões

24. Dê sua opinião sobre as atividades de leitura, interpretação e aprendizagem de Física, a partir da utilização de textos paradidáticos em conjunto com o livro didático adotado em sua Escola.

ANEXO

Parecer circunstanciado do Comitê em Ética e Pesquisa



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA GOIANO - IF Goiano**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO
E INOVAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES
HUMANOS

PARECER CONSUBSTANCIADO

Protocolo nº: 001/2011

I - IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto: Refração da luz e suas aplicações: um texto paradidático de apoio

Pesquisador Responsável: Marcos Fernandes Sobrinho

Instituição onde será realizado o estudo: Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Data de apresentação ao CEP: 10 /02 /2011

Área Temática: Ensino de Ciências e Matemática

(Comentários do relator frente à Resolução CNS 196/96 (pesquisa envolvendo seres humanos)

O projeto não contraria nenhum parágrafo da resolução CNS 196/96

II- ESTRUTURA DO PROTOCOLO

Folha de Rosto CONEP preenchida, em duas vias

Projeto de pesquisa impresso

Termo de consentimento livre esclarecido

Termo de confidencialidade

Curriculum Lattes do Orientador

III- PROJETO DE PESQUISA

O projeto trata de pesquisa na área de ensino e consiste da aplicação de um texto paradidático relacionado à Física, num período de 12 aulas. Após a aplicação do texto os resultados são colhidos na forma de materiais produzidos pelos alunos e de questionários, que serão aplicados durante o período de aplicação do texto paradidático.

Análise das questões éticas

Os sujeitos da pesquisa, ou responsáveis, deverão consentir sua participação, a pesquisa não oferece riscos, somente benefícios, não pode, em hipótese alguma, ser realizada com outros grupos e respeita os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos.

Em caso de os sujeitos serem menores de idade, levar em conta a autorização por parte dos responsáveis pelos menores.

Descrição clara do desenho e metodologias do projeto
Apresenta abordagem metodológica utilizada ao longo da execução da pesquisa, sendo discutida e justificada a escolha da metodologia, o contexto da pesquisa, os participantes, o procedimento para a coleta de dados e suas análises.

Descrição sucinta sobre os critérios de participação
Os alunos escolhidos fazem parte do Segundo Ano do ensino médio, idade em que normalmente é apresentado os conceitos propostos no projeto de pesquisa.

Identificação dos riscos e benefícios aos sujeitos
O maior risco é o benefício de aprenderem o conteúdo proposto. Esse relator não vê riscos aos sujeitos.

Adequação das condições para realização da pesquisa
Local e infra-estrutura: Adequada
Orçamento: Não há previsão de custos
Anuência dos responsáveis pela instituição onde será realizada a pesquisa: Termo de compromisso em anexo.
Currículo Lattes do pesquisador responsável e do pesquisador participante: Adequado

IV- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Avaliação do processo de obtenção do Termo de Consentimento
O termo de consentimento será obtido por meio da assinatura de um documento escrito após a apresentação do teor da pesquisa. Atentar para a autorização dos responsáveis, caso os sujeitos não tenham completado 18 anos de idade.

Análise do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (adequação da linguagem, contato do pesquisador, descrição dos riscos)
O termo de consentimento livre esclarecido descreve com detalhes todo o procedimento que será realizado além todos os direitos do sujeito.

Verificação das garantias de privacidade e confidencialidade
O pesquisador se compromete a garantir a privacidade a confidencialidade da pesquisa que será utilizada e armazenada pelo tempo previsto na legislação no Departamento de Física.

V- PARECER DO CEP

Protocolo "Aprovado"

Em caso de aprovado, datas para apresentação de relatório ao CEP/IF Goiano

Relatório parcial: 21 /09/2011

Relatório final: 21/ 03/ 2012

O não cumprimento dos prazos para entrega dos relatórios implicará em pendência do(s) pesquisador(es) na avaliação de novos projetos.

VI – DATA DA REUNIÃO E ASSINATURAS

21/03/2011



André Luis da Silva Castro
Coordenador CEP/IF Goiano

Dr. André Luis da Silva Castro
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP
IF Goiano