

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**Ensino da Óptica Geométrica em Escolas Públicas de Nível  
Médio sob a Jurisdição da Superintendência Regional de  
Ensino de São Sebastião do Paraíso - MG.**

**ANTONIO MARCOS DE SOUZA**

Itajubá, Abril de 2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**ANTONIO MARCOS DE SOUZA**

**Ensino da Óptica Geométrica em Escolas Públicas de Nível  
Médio sob a Jurisdição da Superintendência Regional de  
Ensino de São Sebastião do Paraíso - MG.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.

Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Agenor Pina da Silva

Abril de 2013

Itajubá – MG

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB\_6/1700

S729e

Souza, Antonio Marcos

Ensino da Óptica Geométrica em Escolas Públicas de Nível Médio sob a Jurisdição da Superintendência Regional de Ensino de São Sebastião do Paraíso - MG / Antonio Marcos Souza. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.

106 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Agenor Pina da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Ensino de Física. 2. Óptica Geométrica. 3. Atividades Experimentais. I. Silva, Agenor Pina da, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

**ANTONIO MARCOS DE SOUZA**

**Ensino da Óptica Geométrica em Escolas Públicas de Nível  
Médio sob a Jurisdição da Superintendência Regional de  
Ensino de São Sebastião do Paraíso - MG.**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 12 de abril de 2013, conferindo ao autor o título de *Mestre em Ensino de Ciências - Mestrado Profissional*.

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior

Prof. Dr. Agenor Pina da Silva (Orientador)

Itajubá

2013

## **Agradecimentos**

A Deus e à Nossa Senhora pelas graças recebidas.

Ao meu orientador e amigo, professor Dr. Agenor Pina da Silva, o meu muito obrigado pela sua dedicação, apoio e ensinamentos que jamais serão esquecidos.

À minha esposa Maria Cláudia, ofereço este trabalho e agradeço pelo apoio e compreensão nas inúmeras horas que estive ausente.

Ao meu primo Tiago Santana de Nazaré, pelas colaborações neste meu percurso e mais uma vez agradeço a indicação do curso de mestrado da UNIFEI.

Ao Gilberto, Solange e Maria pelas suas contribuições em minha caminhada.

Aos meus pais (in memoriam) Aparecido de Souza e Lourdes Jacyra de Souza.

Em especial aos colegas da primeira turma do curso de Mestrado. Aprendi muito com vocês nestes dois anos de curso.

Aos professores que gentilmente participaram da banca de qualificação desse trabalho, o meu muito obrigado pelas valiosas sugestões.

À coordenação e a todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UNIFEI.

À Secretaria de Pós-Graduação.

À Superintendência Regional de Ensino de São Sebastião do Paraíso – MG pela atenção e pronto atendimento para com esta pesquisa.

Aos diretores e professores das escolas participantes da pesquisa, obrigado pela confiança e atenção.

Aos colegas de trabalho das escolas onde leciono.

À Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

À Capes/Reuni.

E por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização de mais esta importante etapa em minha vida.

## Resumo

O objetivo deste trabalho é verificar como a Óptica Geométrica está sendo ministrada e de que modo isto está sendo realizado nas escolas públicas de Ensino Médio na região da Superintendência Regional de Ensino de São Sebastião do Paraíso, situada no sudoeste de Minas Gerais, composta por 16 municípios e 22 escolas de Ensino Médio, com aproximadamente 11200 alunos distribuídos em 333 turmas. A motivação para tal trabalho reside no fato de que, devido à redução da carga horária de Física nas escolas públicas, o ensino de vários conteúdos da Física vem perdendo espaço, fazendo com que o professor selecione os conteúdos que serão ministrados ou trabalhe de forma superficial os diversos temas da área. Este trabalho, de natureza qualitativa, em sua primeira parte, procurou investigar o professor que ministra aula de Física na região, ocasião em que foi traçado o perfil destes profissionais. Os dados obtidos permitiram verificar a quantidade de professores de Física que atua nas escolas, a formação desse professor, a situação funcional, distribuição por sexo e a faixa etária. Os dados utilizados na segunda parte deste trabalho, que analisou como a Óptica Geométrica vem sendo trabalhada nessas escolas, foram obtidos através da aplicação de um questionário composto de perguntas abertas. Após a análise das respostas apresentadas pelos professores, foi possível verificar que somente alguns conteúdos da Óptica Geométrica estão sendo ministrados e que a metodologia de ensino empregada é a tradicional, baseando-se no simples repasse de conteúdos através da utilização de quadro-negro e giz. Além disso, foi possível verificar que: o uso de atividades experimentais nas aulas de Óptica Geométrica não é uma realidade nas escolas pesquisadas; o livro didático é pouco explorado; a maioria dos professores não teve esse conteúdo em seu curso de formação inicial. Os professores participantes da pesquisa também ressaltaram o fato de não serem oferecidos cursos de aperfeiçoamento profissional e da falta de condições de realizarem atividades experimentais em suas aulas. A partir destes resultados propusemos um kit de experimentos de Óptica Geométrica, construídos em sua maioria com materiais de baixo custo, que proporcionem condições para a realização destas atividades no dia a dia das escolas públicas da região.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Óptica Geométrica, Atividades Experimentais.

## Abstract

The purpose of this survey is to check if the teaching points of Geometrical Optics have been taught and how this has been done at the Public Schools in high school in the region of São Sebastião do Paraíso, in the southwest of Minas Gerais. It involves 16 towns, 22 schools with about 11200 students divided in 333 groups. The motivation for this study is based on the fact that the timetable of Physics has been reduced at public schools and consequently several subjects have been neglected, or being taught superficially. The present study qualitative by nature, at first tried to get to know the Physics teachers in the region, making a profile of these professionals, collecting data which revealed the number of Physics teachers who work at the schools, their professional formation, functional situation, sex and age. The data, used in the second part of this survey which analyzed how Geometrical Optics has been taught at schools, were gotten through a questionnaire of open questions. After analyzing it, it was possible to know that only some teaching points related to Geometrical Optics have been taught and the methodology used is the traditional one through simple explanation using the blackboard and a piece of chalk. Besides it was also possible to verify that the experimental activities in Geometrical Optics classes do not happen at the researched schools; the didactic book is little explored and most teachers did not take this subject at their graduation courses. These teachers also pointed out that extra preparation courses are not offered them and they lack conditions to carry out experimental activities during their classes. Based on these results we suggested a Kit of experiments of Geometrical Optics made, mostly, of low cost material which makes these activities possible to be done in everyday public schools in the region.

**Key words:** Teaching of Physics, Geometrical Optics, and Experimental Activities.

## Lista de Figuras

Figura 1	Mapa com as cidades da SRE-SSPARAÍSO e mapa de Minas Gerais...	34
Figura 2	Relação entre os números de professores de Física e de todas as demais áreas.....	43
Figura 3	Situação funcional.....	45
Figura 4	Tempo de magistério e tempo de conclusão de curso de graduação.....	57
Figura 5	Caixa contendo os experimentos de OG.....	64
Figura 6	Esquema sobre formação de imagens.....	65
Figura 7	Foto da AE - Associação de dois espelhos planos.....	66
Figura 8	Ângulo de $72^\circ$ entre os espelhos.....	66
Figura 9	Ângulo de $40^\circ$ .....	66
Figura 10	Esquema da associação de espelhos planos.....	67
Figura 11	Exemplo de uso da associação paralela de espelhos.....	68
Figura 12	Foto de Albert Einstein.....	69
Figura 13	Imagem da cidade do Rio de Janeiro.....	70
Figura 14	Imagem ilustrativa da câmara escura.....	71
Figura 15	Imagem ilustrativa – pente reflexivo.....	73
Figura 16	Espelho, objeto e formação da imagem.....	75
Figura 17	Reflexão da luz em espelhos planos.....	77
Figura 18	Kit programado para acender os leds.....	79
Figura 19	Luz vermelha.....	79
Figura 20	Luz verde.....	79
Figura 21	Composição da luz vermelha e azul.....	79



Figura 22	Disco de Newton e bateria.....	81
Figura 23	Disco girando velozmente.....	81
Figura 24	Utilizando o laser com o filete de água.....	82
Figura 25	Caleidoscópio.....	84
Figura 26	Luneta.....	86
Figura 27	Periscópio.....	88
Figura 28	Túnel óptico infinito.....	89
Figura 29	Espelhos côncavos e convexos.....	90
Figura 30	Mirascópio e esquema dos raios projetados no interior dos espelhos.....	91
Figura 31	Lentes convergentes e divergentes.....	92
Figura 32	Utilizando a lupa e queimando o papel.....	94
Figura 33	Incidência de luz nos cartões furados.....	95
Figura 34	Demonstração do fenômeno da refração (a) e refração com objeto posicionado com ângulo de 90° (b).....	96
Figura 35	Exemplos de ilusões de óptica.....	98
Figura 36	Imagem de ilusão de óptica animada.....	99

## Lista de Quadros

Quadro 1	Principais características das atividades experimentais.....	28
Quadro 2	Municípios da SRE-SSPARAÍSO e população.....	34
Quadro 3	Cidades, número de escolas de EM e nome de cada escola.....	35
Quadro 4	Cidades, escolas, número de turmas e de alunos.....	36
Quadro 5	Critérios, cidades, escolhas escolhidas, nº professores e distância à SRE.	37
Quadro 6	Resultados da 3ª questão do questionário.....	50
Quadro 7	Laboratório de Física.....	53
Quadro 8	Materiais necessários para a construção da luneta.....	85

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Estimativa de licenciados por curso de 2002 a 2010.....	41
Tabela 2	Número de professores graduados por área.....	42
Tabela 3	Professores de Física – SRE-SSPARAÍSO.....	45
Tabela 4	Dados dos professores participantes da segunda parte da pesquisa.....	48
Tabela 5	Número de aulas semanais de Física .....	56
Tabela 6	Nota das observações.....	66

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

AE	Atividades Experimentais.
CBC	Conteúdo Básico Comum.
DCCEF	Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental do Estado do Paraná.
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.
EM	Ensino Médio.
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
MEC	Ministério da Educação e Cultura.
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
OG	Óptica Geométrica.
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático.
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático Ensino Médio.
SRE	Superintendência Regional de Ensino.
SRE-SSPARAÍSO	Superintendência Regional de Ensino de São Sebastião do Paraíso.

## **Apêndices**

Apêndice A	Questionário.....	62
Apêndice B	Apresentação das Atividades Experimentais.....	64

# Sumário

	INTRODUÇÃO.....	14
Capítulo 1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.1	Documentos oficiais da Educação.....	17
1.2	A Óptica Geométrica presente nos livros didáticos de Física do Ensino Médio.....	21
1.3	Atividades experimentais.....	23
Capítulo 2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
2.1	Descrição da primeira parte do trabalho: Perfil do professor de Física .....	33
2.2	Descrição da segunda parte do trabalho: O ensino da Óptica Geométrica.....	37
Capítulo 3	ANÁLISE E RESULTADOS DA 1ª PARTE: Perfil dos professores de Física.....	41
3.1	O perfil dos professores de Física.....	43
Capítulo 4	ANÁLISE E RESULTADOS DA 2ª PARTE: Investigações sobre o ensino da Óptica Geométrica.....	48
4.1	Questões do Grupo 1.....	49
4.2	Questões do Grupo 2.....	52
4.3	Questões do Grupo 3.....	55
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
APÊNDICES		
A	QUESTIONÁRIO.....	62
B	APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	64
	REFERÊNCIAS.....	102

## Introdução

A carga horária de Física no Ensino Médio (EM) vem diminuindo de maneira acentuada nos últimos anos (DANTAS *et al.* 2009, p. 20). Tal fato também é apontado por Rosa *et al.* (2005, p. 2):

“[...] esta disciplina tem apresentado um número de períodos cada vez mais reduzido nas escolas de ensino médio, principalmente no ensino noturno, que além de não disporem da disciplina curricular de Física nos três anos secundaristas, a contemplam com uma ou duas aulas semanais”.

Diante deste cenário, o professor acaba sendo obrigado a selecionar os conteúdos que serão ministrados ou apresentá-los de forma superficial, dando a impressão ao estudante de que a Física é um mero ramo da Matemática (PIRES e VEIT, 2006, p. 241). Essa seleção tradicionalmente privilegia os conteúdos de Mecânica no primeiro ano (OSTERMANN, 2006, p. 81), Termologia/Termodinâmica no segundo ano e Eletrostática/Eletricidade no terceiro ano (SPOHR *et al.* 2007, p. 47). Os demais conteúdos acabam sendo pouco explorados ou, em outros casos, não sendo trabalhados no decorrer do EM.

Um desses conteúdos que vem perdendo espaço no ensino de Física é o da Óptica Geométrica (OG) (SILVA e TAVARES, 2005, p. 1). A OG é um ramo da Física que merece uma atenção especial por parte dos educadores, pois está intimamente relacionada com o cotidiano e sempre desperta curiosidade nos estudantes. Diversos fenômenos e aparelhos (lunetas, óculos, lentes, entre outros) estão presentes a todo instante no dia a dia e conhecer-lhes as causas e funcionamento torna-se imprescindível para um estudo mais efetivo tanto em sala de aula quanto na participação mais ativa na sociedade. Este tema mostra-se relevante, pois está presente nos documentos oficiais da educação, como, por exemplo, no Conteúdo Básico Comum (CBC) da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2005) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002). Para esses documentos, o estudo desse tema é necessário para poder, por exemplo, compreender os atuais meios de comunicação e informação, que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação e a formação de imagens e o uso de lentes ou espelhos para obter diferentes efeitos.

Apesar disso, o ensino da OG com a ênfase dada acima não é uma realidade. Silva e Tavares (2005, p.1) chamam a atenção para o fato de que os fundamentos básicos da OG são trabalhados com o aluno de uma forma totalmente fora de sua realidade.

Essa contradição entre o que é enfatizado nos documentos oficiais e a realidade na escola é o que nos motivou a realizar este trabalho. Nesta dissertação temos como objetivo

principal verificar se a OG está sendo ministrada e de que modo isso está sendo realizado pelos professores das escolas públicas de EM na região da Superintendência Regional de Ensino de São Sebastião do Paraíso – Minas Gerais (SRE-SSPARAÍSO). O desenvolvimento do trabalho nos permitiu ainda construir os seguintes objetivos específicos:

- Verificar se os professores de Física fazem uso de atividades experimentais (AE) ao trabalhar o conteúdo de OG em suas aulas.
- Investigar quais fatores influenciam na utilização ou não de AE nas aulas de OG, tais como:
  - Livro didático.
  - Carga horária de Física no EM
  - Existência de laboratórios de Ciências/Física nas escolas pesquisadas.
  - Estudo do conteúdo e participação em aulas experimentais no curso de graduação.

O trabalho apresentado aqui está estruturado, além desta introdução, em quatro capítulos, considerações finais e dois apêndices.

No primeiro capítulo apresentamos a revisão de literatura que descreve inicialmente a Física e a OG nos documentos oficiais da educação. Em seguida relatamos o modo como a OG é proposta nos livros didáticos de Física e por fim discutimos, entre diversos trabalhos, a importância das AE na área de Física e no conteúdo da OG e as diferentes abordagens sobre o laboratório didático.

O segundo capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho. Devido aos pontos verificados durante a coleta dos dados, foi necessário dividir o trabalho em duas partes. A primeira traz dados sobre as cidades e as escolas que compõem a SRE-SSPARAÍSO. A segunda descreve a pesquisa realizada diretamente com os professores de Física, os critérios de escolha das escolas de EM, dados sobre elas e a definição da amostra final do total de escolas e professores participantes.

No terceiro capítulo são apresentados os resultados e a análise da primeira parte da pesquisa, relacionada ao perfil dos professores de Física da região em questão. Nele constam informações que se referem: à formação destes professores, ao número de professores de Física, à situação funcional, à distribuição por sexo e à faixa etária deles. Este primeiro momento da pesquisa foi primordial para conhecer a real situação dos professores que atuam nas escolas de EM para que a análise dos dados (questionário) se tornasse mais produtiva.



O quarto capítulo apresenta os resultados e a análise da segunda parte da pesquisa, relacionada às investigações sobre o ensino da OG nas escolas de EM da região em questão.

Em seguida são apresentadas as considerações finais e as propostas de continuidade deste trabalho.

No Apêndice A é apresentado o questionário que foi utilizado como instrumento de coleta de dados em nosso trabalho.

Para finalizar, no Apêndice B é apresentado um conjunto de experimentos de OG que acompanhará este trabalho. Os experimentos que farão parte do kit são acompanhados de roteiros e um planejamento para o desenvolvimento das AE que poderão auxiliar os professores em suas aulas de OG no EM. A maioria dos experimentos do kit foi desenvolvida com material de baixo custo e tem o caráter demonstrativo.

# Capítulo 1

## Revisão Bibliográfica

Neste capítulo discutimos como a Física e a OG são apresentadas nos documentos oficiais da Educação Nacional. Em seguida mostraremos como a OG é tratada nos livros didáticos de Física aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio de 2012. Nesse caso, estamos interessados em verificar quais conteúdos da OG estão presentes nesses livros, como eles são apresentados e se existem propostas de AE. Por fim, apresentamos alguns estudos que discutem a importância da utilização de AE no ensino de Física e as diferentes abordagens do laboratório didático.

### 1.1 - Documentos oficiais da educação

Os documentos que fazem parte dessa revisão são a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) (BRASIL, 2000), Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) (BRASIL, 2002), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1998) e o Conteúdo Básico Comum (CBC) (MINAS GERAIS, 2005).

As diretrizes da Educação Nacional são estabelecidas pela LDB que foi sancionada em 20 de dezembro de 1996. Em relação ao EM, por meio do Art. 21, ela estabelece que:

A educação escolar compõe-se de:

I – Educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio;

II – Educação superior. (BRASIL, 1996, p. 8).

A LDB estabelece que o EM integra a educação básica e, portanto, se faz necessário um estudo amplo e efetivo dos conteúdos deste nível de ensino a fim de proporcionar uma base sólida para prosseguimento nos estudos e uma formação ampla para que promova uma visão crítica e atuante na sociedade hodierna. Deve ainda complementar o desenvolvimento do aluno iniciado no ensino fundamental e configura-se como básico para ingresso no ensino superior.

A LDB (BRASIL, 1996, p. 12) em seu Art. 35 coloca o EM como etapa final da educação básica, tendo como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de 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.

Para que as finalidades apresentadas no Art. 35 possam ser alcançadas, é necessário que as disciplinas consideradas fundamentais façam parte do currículo e que integrem a base nacional comum. A LDB (BRASIL, 1996, p.10) determina no Art. 26 §1º a obrigatoriedade de “estudos da Língua Portuguesa e da Matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil”.

A partir da década de 70, a Física passou a integrar o currículo do EM. Conforme as DCNEM (1998), ela está incluída no currículo da Base Nacional Comum, no Art. 10, item II: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, objetivando a constituição de habilidades e competências que permitam ao educando:

g) Apropriar-se dos conhecimentos da física, da química e da biologia e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural. (BRASIL, 1998).

Além dos documentos citados acima, encontramos nos PCN que a Física é uma área que se relaciona com a natureza e está inserida no ramo intitulado Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Eles destacam que os diversos conteúdos estudados devem estar organizados e elaborados em conformidade com o cotidiano do aluno, dando ênfase especial ao estudo dos diversos fenômenos naturais. Para promover um estudo dinâmico e relacionado com os diversos fenômenos naturais, a utilização de AE pode se tornar uma ferramenta de grande contribuição na reconstrução de conceitos dos diversos temas apresentados na área de Física. O uso de AE e a relação dos conteúdos com o cotidiano estão presentes nos diversos documentos oficiais da educação como uma das propostas de um ensino mais efetivo no EM.

Os PCN (BRASIL, 2000, p. 23) também apontam que [...] “é preciso discutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada”. Nesse sentido,

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, 2000, p. 22).

Para os PCN+ o estudo da Física tem por finalidade formar cidadãos críticos na sociedade atual, proporcionando elementos para a compreensão da realidade à sua volta.

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. (BRASIL, 2002, p. 59).

De acordo com os documentos analisados, verifica-se que é necessário que a Física apresentada nas escolas conduza os estudantes a uma cultura científica mais efetiva, para que eles possam interpretar e participar ativamente de assuntos relacionados com os diversos fenômenos do cotidiano e que entendam a montagem de aparelhos e seu funcionamento, fazendo relações com os diversos conteúdos da Física, no âmbito universal.

O conteúdo da OG está presente nos PCN+ (Brasil, 2002, p. 74) no Tema 3: Som, imagem e informação, as quais estabelecem que:

Para situar-se no mundo contemporâneo, é necessário compreender os atuais meios de comunicação e informação que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores.

Dentro deste Tema, são encontradas as seguintes unidades temáticas: fontes sonoras; formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens e transmissão de sons e imagens. A OG aparece na unidade temática formação e detecção de imagens, que estabelece os seguintes objetivos (BRASIL, 2002, p. 75):

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

Conhecer e fazer uso correto dos instrumentos relacionados com a Óptica são medidas essenciais a serem trabalhadas com os estudantes do EM e, portanto, torna-se necessário que os estudos dos diversos sistemas e aparelhos citados estejam presentes nos planejamentos dos professores de Física.

A importância do ensino de Física no EM também é destacada no CBC (MINAS GERAIS, 2005). Este documento tem como objetivo apresentar uma proposta curricular para o ensino das diversas disciplinas,

O CBC é aquela parte do programa curricular de uma disciplina cuja implementação é obrigatória em todas as escolas da rede estadual. Na proposta de CBC está

implícita a ideia de que existe um conhecimento básico de cada disciplina que é necessário e fundamental para a formação da cidadania e que, portanto, precisa ser ensinado por todas as escolas e aprendido por todos os alunos que passam pela Educação Básica na rede estadual. Além desse mínimo, outros conhecimentos considerados complementares poderão e deverão ser acrescentados pelas escolas de acordo com as necessidades e os interesses específicos dos seus alunos (MINAS GERAIS, 2005, p. 4).

Segundo o CBC (MINAS GERAIS, 2005, p. 5), a proposta curricular para a Física deve

(...) levar em consideração os fenômenos do cotidiano, da tecnologia, das novas tecnologias de informação e comunicação, de segmentos do conhecimento produzido pela Física contemporânea e da relação da Física com as outras disciplinas. Uma proposta curricular deve apresentar, também, novos objetivos para o ensino de Física no nível médio.

Para o CBC, os conteúdos da Física devem receber atenção por parte dos educadores e estar inseridos em seus planejamentos. Além disso, a Secretaria de Estado de Educação do Estado de Minas Gerais, desde o ano de 2006, recomenda aos professores da rede estadual que incluam em seu planejamento anual os tópicos contidos no CBC (MINAS GERAIS, 2005).

O conteúdo básico será parte obrigatória do currículo de todas as escolas estaduais de Minas. É a base necessária para que o aluno seja capaz de construir o aprendizado em cada disciplina. O CBC representa 1/3 da carga horária da escola, que é de 800 horas/aula. O conteúdo dos 2/3 restantes serão definidos pelas escolas, em função do projeto pedagógico de cada uma, preservando a autonomia das instituições. O CBC também servirá de base para que sejam estabelecidos os parâmetros das avaliações do aprendizado dos alunos da rede pública estadual e para o planejamento da política educacional.

O CBC está dividido em quatro Eixos Temáticos, que, por sua vez, são subdivididos em temas, subtemas e tópicos. Em especial, na área de Física, o documento está dividido em quatro eixos temáticos: I) Eletricidade e Magnetismo, II) Força e Movimento, III) Som, Luz e Temperatura e IV) Princípios Conservativos. O conteúdo de Óptica aparece no Tema 8: Luz. Nele são estabelecidos os subtemas a serem trabalhados (Características da Luz, Luz e cores e Comportamento da Luz), as habilidades e competências e as orientações pedagógicas para cada um deles.

Apesar da importância do ensino da Física, conforme destacado anteriormente, a dificuldade encontrada pelos estudantes em aprender Física é bastante reconhecida. Quirino e Lavarda (2001, p.117) assinalam que a Física é considerada uma disciplina difícil de ser ensinada e que os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem de diversos conteúdos. Em relação aos conteúdos da OG, a dificuldade dos estudantes se deve ao alto grau de abstração ao se trabalhar com fenômenos ópticos e também pelo fato de muitos professores

recorrerem somente à apresentação de fórmulas matemáticas. Segundo Fiolhais e Trindade (2003, p. 260),

Uma característica da Física que a torna particularmente difícil para os alunos é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contra-intuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. Em consequência, muitos deles não conseguem aprender a ligação da Física com a vida real.

Como os fenômenos relacionados à OG estão presentes no dia a dia e esta se relaciona também com diversas outras áreas, como a Engenharia, a Química etc, é necessário que, no EM, as aulas de Física e principalmente as de Óptica tenham uma maior interação entre teoria, experimentação e o mundo vivencial dos alunos. Para Moreira (2011, p.15),

É preciso estar diante do próprio fenômeno para que o estudante interprete os processos naturais que possam ocorrer, levando assim à participação ativa dos alunos, os quais assumem um papel significativo no processo de construção do conhecimento.

A participação ativa e crítica na educação atual são destacadas também nos documentos oficiais da educação e, portanto, a utilização de novos procedimentos metodológicos, em especial no estudo da OG, pode proporcionar a construção de uma aprendizagem mais significativa nas aulas do EM.

Antes de abordarmos a importância das AE como forma de colaborar para um estudo mais crítico e abrangente, apresentamos, na seção seguinte, de forma sucinta, como o conteúdo da OG é apresentado nos livros didáticos de Física que estão sendo utilizados no EM.

## **1.2 - A Óptica Geométrica presente nos livros didáticos de Física do Ensino Médio**

O governo federal implantou, em 2004, pela resolução nº 38 do FNDE (Fundação Nacional do Desenvolvimento da Educação), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio e a partir deste ano começou a análise dos livros didáticos para o EM, que está baseada na LDB (BRASIL, 1996, p.1), que preconiza

(...) como princípios do ensino a “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber”, o “pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas”, o “respeito à liberdade e apreço à tolerância”, a “garantia do padrão de qualidade”, a “valorização da experiência extraescolar” e a “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais”.

De acordo com o PNLEM (BRASIL, 2008, p.12):

(...) espera-se que a obra didática possa oferecer aos professores liberdade de escolha e espaço para que possam agregar ao seu trabalho outros instrumentos. Entende-se que a prática dos professores não deve se respaldar tão somente no uso da obra

didática, mas que esse material deva contribuir para que eles organizem sua prática e encontrem sugestões de aprofundamento e proposições metodológicas coerentes com as concepções pedagógicas que postulam e com o projeto político-pedagógico desenvolvido pela escola (...).

Em 2008, pela primeira vez, houve a escolha dos livros de Física que foram avaliados e selecionados em 2007, para serem utilizados no ano de 2009. E, segundo o Ministério da Educação, no edital PNLD 2012 – Ensino Médio completava-se a universalização do atendimento do EM.

O PNLD (2012) para o Ensino Médio disponibilizou dez livros didáticos de Física para serem utilizados pelos professores no ano de 2012. Apesar desses livros terem sido produzidos em consonância com as especificações do PNLD para o Ensino Médio, a abordagem metodológica encontrada nos livros de Física aprovados é a tradicional em vários aspectos: a apresentação dos tópicos é a usualmente encontrada em livros de Física para o EM; o conteúdo é apresentado mediante um texto principal; exercícios resolvidos e propostos que buscam associar a teoria à prática. A maioria deles apresenta propostas de AE, tanto as demonstrativas, para serem realizadas pelo professor em sala de aula, quanto as propostas para serem realizadas pelos alunos fora da sala de aula. Elementos relacionados à História da Física, à Física e tecnologia, a conexões com o cotidiano e à Física Moderna são apresentados ao aluno através da utilização de quadros (*boxes*) que permeiam o texto principal.

Para Garcia e Silva (2009, p. 8596), o fato desses livros terem sido submetidos à avaliação por equipes de especialistas, deve-se esperar que seus conteúdos e métodos tenham sido produzidos de acordo com as exigências, que dizem respeito a inúmeros quesitos como a ausência de erros conceituais, a coerência metodológica, a incorporação dos avanços teóricos no campo do ensino de Física e assim, pode-se afirmar que, em princípio, tais manuais são recursos didáticos de boa qualidade. Ainda segundo eles, pode-se supor que

(...) com a disponibilização de textos explicativos, de listas de exercícios e problemas estruturados a partir dos temas e assuntos, professores e alunos encontrem alternativas para produzir aulas com outros elementos além daqueles que constituem, hoje, o espaço da docência e do aprendizado de Física, em turmas de Ensino Médio. Portanto, do ponto de vista do ensino e da aprendizagem, a presença dos livros deve corresponder a algumas transformações, que só poderão ser avaliadas ao longo do tempo. (Garcia e Silva, 2009, p. 8597)

Nos vários livros de Física escolhidos e adotados pelas escolas públicas de EM está presente o capítulo referente à OG. Em todos os livros aprovados encontram-se os conteúdos tradicionais como: reflexão, refração, espelhos, lentes, formação de imagens e instrumentos ópticos.

As AE relacionadas à OG nesses livros são geralmente apresentadas no final de cada tópico em quadros com denominações do tipo: Atividade prática, Feira de Ciências, Algumas experiências simples para serem feitas, Faça você mesmo, Experimento – investigue você mesmo, entre outras. A maioria das atividades apresenta exemplos de experimentos simples, pois requerem material de fácil acesso, de baixo custo e podem ser realizadas dentro do ambiente escolar. Em alguns livros, logo após a proposição dos experimentos, é colocado um conjunto de questionamentos que levam o aluno a uma análise dos resultados da AE realizada, promovendo assim um maior enriquecimento da aula e um envolvimento mais significativo.

Outros exemplares apresentam sugestões de pesquisa na Internet. Um ponto que merece destaque na apresentação dos livros de Física é a preocupação com as possíveis aplicações dos diversos conteúdos de OG apresentados, com destaque para as sessões: A Física no cotidiano, Conhecendo um pouco mais, Outras palavras, Um Tópico especial etc. As sessões A Física no Cotidiano apresentam exemplos relacionados à OG que mostram ao aluno que o conhecimento físico está presente em seu cotidiano, como por exemplo: fibra óptica, o ponto cego dos espelhos retrovisores, ente outros.

Assim, os livros aprovados pelo PNLD Ensino Médio que atualmente estão sendo utilizados pelos professores e alunos do EM, se configuram como um conjunto quantitativamente significativo e bastante diversificado, em termos de abordagens e de orientações<sup>1</sup>, para o desenvolvimento dos diversos temas da Física no EM. Cabe, portanto ao professor planejar e desenvolver suas aulas procurando aplicar os recursos apresentados nos livros didáticos.

### 1.3 Atividades experimentais

Iniciamos esta seção destacando o trabalho de Violin com o título *Atividades experimentais no ensino de Física de 1º e 2º graus.*<sup>2</sup>, publicado em 1979, no primeiro ano da edição da Revista Brasileira de Ensino de Física em seu segundo volume. Ele aborda inicialmente as dificuldades apresentadas por professores em relação ao uso de atividades práticas, destacando a não existência de laboratórios e a falta de equipamentos. Segundo ele, estes fatores dificultam a realização de muitos experimentos, mas não justificam a omissão de AE no ensino de Física. Ele também alerta sobre as dificuldades do uso de AE por professores que não possuem formação específica em Física e diz que esta dificuldade se deve ao fato de esses professores nunca terem vivenciado uma AE durante sua formação. Segundo o autor

---

<sup>1</sup> Guia de livros didáticos PNLD 2012 – Física, Ensino Médio. Brasília, 2011.

<sup>2</sup> Atualmente ensino Fundamental e Médio.



“[...] não basta dizer ao professor que deve realizar atividades experimentais com seus alunos, mas sim, como fazê-lo, nas condições de nossas escolas.” (Violin, 1979, p. 13). O artigo trata sobre as AE no estudo da OG apresentando diversas práticas e também sobre como obter materiais simples para realizá-las em sala de aula. Violin (1979, p. 14) conclui e reafirma que “se as atividades experimentais não são realizadas no ensino de Física de 1º e 2º graus, cabe mais à formação do professor do que as condições de nossas escolas”. Vale destacar que mais de 30 anos se passaram desde Violin e os problemas relacionados ao uso de AE continuam os mesmos.

As AE sempre despertaram interesse e curiosidade nos professores e alunos na área das ciências (MAIA, 2007, pp. 5-6). Elas se configuram como uma importante ferramenta no ensino de Física, favorecendo uma melhor interpretação e aprendizagem dos diversos conteúdos. A Física é uma ciência que não pode estar fora do contexto do aluno e sim oportunizar melhores relações com o seu cotidiano. Nesse sentido, a importância das AE é destacada por diversos autores.

Para Araújo e Abib (2003, p. 176),

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

Segundo Maia (2007, p.6),

Pesquisadores e professores da área de ciências defendem a ideia da realização de atividades práticas com os alunos, visando despertar nos mesmos um maior interesse de estudar os diversos conteúdos científicos e, como consequência, a obtenção de melhores resultados na aprendizagem e a construção de um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, nos mais diferentes aspectos.

De acordo com Saraiva-Neves *et al.* (2006, p. 384) “O trabalho experimental tem uma reconhecida importância na aprendizagem das ciências, largamente aceita entre a comunidade científica e pelos professores como metodologia de ensino, com resultados comprovados em muitas investigações”.

Em Lima *et al.* (2009, p. 8) encontramos que “A experimentação ocupa um papel fundamental no ensino de Física porque se constitui em uma estratégia propícia ao estabelecimento do diálogo crítico que o estudante deve desenvolver com o conhecimento”. Ainda segundo eles, “se torna indispensável o contato com objetos do cotidiano para que se produzam maiores relações com o conhecimento físico e tais relações podem não ser atingidas somente com as exposições teóricas”.

Para Pinho-Alves (2000, p. 44),

A Física sempre esteve muito ligada aos procedimentos e práticas experimentais, tanto que se acredita que ela, dentre as Ciências Naturais, sempre foi – e continua sendo – aquela que tem uma relação bastante estreita com atividades ligadas ao laboratório.

Constatamos que o uso de AE como estratégia de ensino apresenta grande destaque na literatura e esta importância também se encontra registrada em vários documentos oficiais da educação.

De acordo com os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 84),

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Esta importância também está apresentada no CBC (MINAS GERAIS, 2005, p. 14):

Para o desenvolvimento do CBC, a experimentação desempenha um papel importante. Afinal, a experimentação é parte essencial das estratégias de construção do conhecimento físico. A importância da experimentação deverá ser também o motor da discussão do Currículo Complementar a ser elaborado e discutido nos GDP, e pode ser entendida como uma estratégia especialmente importante para promover este Currículo Complementar. Apesar disto, estamos mais preocupados em mostrar a importância de certas ideias para descrever e explicar certos fenômenos do que em estender o uso dessas ideias em diferentes contextos.

Além dos documentos nacionais e do estado de MG relacionados à importância das AE, procuramos também conhecer qual é o enfoque atribuído ao tema AE nas propostas curriculares de outros estados brasileiros, sendo que só conseguimos acesso ao da Bahia e do Paraná. Nas Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental do Estado do Paraná – DCCEF (PARANÁ, 2007, p.76), encontramos que

A inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, quando medida pelo professor de forma a desenvolver o interesse nos estudantes e criar situações de investigação para a formação de conceitos.

As Orientações Curriculares Estaduais para o EM do Estado da Bahia, citadas por Moreira (2011, p. 20), também ressaltam a importância das atividades experimentais.

A experimentação é imprescindível durante a apresentação dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática. No caso particular da Física, é um recurso utilizado para materializar um conceito, tornando-se um facilitador da abstração.

Para alguns autores, a associação entre a teoria aprendida em sala de aula e a utilização de AE ajuda a promover uma melhor interpretação e aprendizagem dos temas estudados em

cada conteúdo. Para Gaspar (2009), a teoria e a prática devem caminhar juntas e se complementarem. De acordo com Pessanha *et al.* (2010, p. 4503-2),

A experimentação é importante e de certa forma fundamental no ensino das ciências naturais. É uma oportunidade de visualização da ação dos conceitos abordados em aula, além de permitir ao estudante que conheça algumas das ferramentas utilizadas na prática científica.

Borges (2002, p. 298) destaca que “é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e teórico”.

Para Séré *et al.* (2003, p. 38), as atividades experimentais podem conduzir a um maior entendimento dos diversos conteúdos teóricos por parte dos alunos, especialmente nas aulas de Física:

Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida é preciso muita teoria. Pode-se dizer que a experimentação pode ser descrita considerando-se três polos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física. As atividades experimentais têm o papel de permitir o estabelecimento de relações entre esses três polos.

Ainda segundo Séré *et al.* (2003, p. 39),

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Para Rosa (2003, p. 15) citando Brodin, “o laboratório é o elo que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e ideias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática”. Assim, para o autor, é imprescindível o uso de AE na área de Física para uma melhor compreensão dos fenômenos e aparelhos que estão diante de todos nós.

As AE podem ser desenvolvidas de diversos modos, permitindo, assim, que o professor possa trabalhar vários tipos de competências e habilidades em seus alunos. Nas Orientações Curriculares para o EM encontramos que,

As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. (BRASIL, 2006, p. 26).

De acordo com Rosa (2003, p. 25), “desenvolver atividades que permitam ao aluno refletir, questionar, entre outros aspectos, deve ser o papel do componente experimental no processo ensino-aprendizagem”. Faz-se necessário então, segundo Zômpero *et al.* (2012, p. 44), “analisar a maneira como os docentes desenvolvem as atividades de experimentação para promover a reflexão do aluno, aplicando seus conhecimentos científicos no convívio social”.

Existem diferentes enfoques e diferentes finalidades ao se explorar uma AE. O professor pode querer: verificar e comprovar leis e teorias científicas; ensinar técnicas de medidas e desenvolver nos estudantes o método científico; facilitar a aprendizagem e a compreensão dos conceitos; desenvolver habilidades práticas no manuseio de equipamentos. Para Araújo e Abib (2003, p. 2),

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.

Araújo e Abib (2003, p. 181) e Oliveira (2010, p. 147) classificam as AE em três tipos:

- **Atividades de demonstração:** a característica mais marcante dessas atividades é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com a possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.
- **Atividades de verificação:** são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física. A importância das atividades de verificação se destaca por facilitarem a interpretação de parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados.
- **Atividades de investigação:** têm como característica permitir uma participação mais ativa do aluno no processo de construção do conhecimento e o professor passa a ser mediador ou facilitador desse processo.

No Quadro 1 são mostradas, segundo Oliveira (2010, p. 151), as principais características das atividades apresentadas acima.

Quadro 1 – Principais características das atividades experimentais.

	Tipos de abordagem		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade, discutir explicações.
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado.	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para a criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato de os resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Observamos que as AE podem ser organizadas de diversas maneiras, procurando ilustrar, verificar e estimular o ensino dos fenômenos científicos. Dentro das diversas classificações e destacando suas importantes contribuições para o ensino de ciências, procuramos também abordar sobre as concepções, abordagens e enfoques com os quais os laboratórios didáticos são concebidos. Em Pinho-Alves (2000, p. 175) é apresentado um resgate histórico sobre as concepções acerca dos tipos de laboratórios, que são:

- **Experiências de Cátedra ou laboratório demonstrativo:** objetivo é o de ilustrar a teoria trabalhada em sala, cabendo ao professor a realização de todas as experiências.

Outras funções que são destacadas são as de facilitar a aprendizagem; complementar o que foi visto na teoria; desenvolver no aluno a observação e a reflexão sobre os temas trabalhados e tornar a aula mais agradável e interessante.

- **Laboratório tradicional ou convencional:** o objetivo é levar o aluno à comprovação de leis físicas aprendidas na teoria. As AE são acompanhadas por um texto-guia indicando o percurso para o aluno conseguir concretizar o experimento, sendo a atividade realizada por ele e monitorada pelo professor.
- **Laboratório divergente:** o objetivo é permitir que o aluno se familiarize com os procedimentos experimentais em geral, com o uso dos instrumentos e a realização de medidas. Ele proporciona maior liberdade ao estudante em relação ao manuseio do experimento. O papel ativo será exercido pelo aluno, e o professor desempenhará o de monitor.
- **Laboratório de projetos:** o objetivo é apresentar o método científico ao aluno. Por apresentar um caráter mais avançado, necessita de um conhecimento mais denso do aluno, como um bom domínio sobre técnicas de medidas e habilidade para criar um procedimento experimental. Não objetiva o aprendizado de conceitos físicos, mas sim o de realizar um experimento bem elaborado, com apresentação de relatório experimental que possa ser publicado em forma de artigos científicos. Aqui, o aluno é o executor, e o professor o orientador.
- **Laboratório biblioteca:** o objetivo é desenvolver habilidades práticas no aluno através da disponibilização de experimentos de fácil manuseio e de rápida execução. O nome “biblioteca” se deve ao fato de os experimentos estarem à disposição dos alunos, semelhante aos livros de uma biblioteca. Nesse caso, o professor passa a ser o legitimador, sendo sua função verificar o desenvolvimento da atividade.

Além das diversas abordagens citadas por Pinho-Alves (2000), encontramos também em Andrade (2010, p. 68) outras quatro formas de abordagens para o laboratório didático de Física, complementando as apresentadas anteriormente.

- **Laboratório didático de redescoberta:** o principal objetivo deste tipo de laboratório é fazer com que o aluno, com a orientação do professor, possa verificar/comprovar leis e teorias redescobrando os passos dados pelos cientistas que as postularam. E ao alcançar esta comprovação/verificação, a finalidade do laboratório de redescoberta será alcançada pelo aluno.

- **Laboratório didático com ênfase na estrutura do experimento:** o objetivo é fazer com que o aluno aprenda e compreenda os conceitos de forma simples e representativa. O aluno não possui nenhum tipo de guia para conduzi-lo aos objetivos da experimentação. Para alcançar tal objetivo, ele deve assumir o papel de executor e procurar desenvolver habilidades práticas que o ajudarão na conclusão da prática experimental. O professor aqui desempenha o papel de orientador em relação aos passos percorridos pelo aluno.
- **Laboratório didático sob enfoque epistemológico:** o objetivo é proporcionar o estabelecimento de conexões entre fatos e conceitos e não meramente verificações de leis e teorias. As práticas com enfoque epistemológico proporcionam ao aluno identificar como o conhecimento é produzido experimentalmente. O professor surge como orientador do aluno, proporcionando a ele atingir de maneira quase autônoma as conexões entre os eventos e fatos abordados, a fim de promover a compreensão e aprendizagem de conceitos físicos.
- **Laboratório didático investigativo:** o objetivo é explorar fenômenos a partir de pressupostos construtivistas, apresentando assim objetivos mais amplos. Apresenta um caráter investigativo e coletivo entre os alunos e professor no compartilhamento e investigação de um mesmo fenômeno. O professor faz o papel de mediador auxiliando a exploração do fenômeno, e aos alunos compete levantar hipóteses que os conduzirão no desenvolvimento das tarefas.

Apesar dos diversos tipos de laboratórios apresentados acima, encontramos questionamentos sobre a necessidade da existência de laboratórios equipados com material sofisticado e experimentos altamente estruturados para a realização de AE. Segundo Borges (2002, p.12),

É um equívoco corriqueiro confundir atividades práticas com a necessidade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais, uma vez que podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados.

Nas DCCEF (PARANÁ, 2007, p. 76) encontramos que,

(...) tais atividades não têm como único espaço possível o laboratório escolar, visto que podem ser realizadas em outros espaços pedagógicos, como a sala de aula, e utilizar materiais alternativos aos convencionais. Entretanto, é importante que essas práticas proporcionem discussões, interpretações e se coadunem com os conteúdos trabalhados em sala. Não devem, portanto, ser apenas momento de comprovação de leis e teorias ou meras ilustrações das aulas teóricas.

As AE produzidas com materiais de baixo custo se tornam uma excelente opção para a carência de recursos, estrutura e espaços específicos para atividades laboratoriais. Não se trata, absolutamente, do “empobrecimento” do laboratório didático, mas de se acompanhar uma tendência educacional, que se não é recente, foi muito favorecida pela facilidade de acesso proporcionada pela internet a projetos e iniciativas, isoladas e/ou institucionais, para a construção e utilização de kits adequados a essa proposta.

As AE de demonstração apresentam características importantes. Para Gaspar (2005, p. 227-228),

[...] alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem.

Também, de acordo com Araújo e Abib (2003, p. 6):

“Uma das modalidades da experimentação mais utilizadas pelos autores investigados refere-se ao emprego de atividades de demonstração. Provavelmente, a característica mais marcante dessas atividades é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas”.

Exemplos que podem ser citados são os princípios da propagação retilínea da luz e da independência dos raios de luz, que podem ser observados com facilidade por meio de experimentos demonstrativos fazendo associações ao conteúdo teórico. Outro tema que pode adquirir um significado real para os alunos do EM, quando demonstrada em uma AE, são as propriedades dos espelhos. Estes conteúdos da OG são para a maioria dos alunos do EM de difícil abstração.

Baseados na apresentação acima sobre a importância da utilização de AE e das diferentes concepções de laboratórios didáticos existentes, optamos por dotar neste trabalho um kit contendo experimentos de OG que está pautado nos seguintes aspectos: os experimentos são construídos com materiais de baixo custo; a concepção é o de um laboratório demonstrativo; os experimentos foram desenvolvidos dentro de uma abordagem classificada como demonstrativa. Os experimentos estão descritos no Apêndice B.

A necessidade da montagem de um kit de experimentos de OG surgiu a partir de duas considerações: a primeira relaciona-se ao fato de este trabalho estar sendo desenvolvido dentro de um Programa de Mestrado Profissional e a segunda surgiu da manifestação



apresentada pelos professores participantes deste trabalho sobre a dificuldade que eles encontram no desenvolvimento de AE em suas atividades didáticas.

## Capítulo 2

### Procedimentos metodológicos

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados no trabalho. No desenvolvimento do mesmo, optamos por dividi-lo em duas partes. Na primeira parte é descrita a composição da SRE e a forma de obtenção de dados sobre o perfil do professor que ministra aula de Física nas escolas públicas sob a jurisdição da SRE-PARAÍSO e, na segunda, são apresentados os procedimentos adotados para investigar como e de que maneira a OG é apresentada nessas escolas.

#### 2.1 - Descrição da primeira parte do trabalho

Esta parte do trabalho tem como objetivo conhecer o perfil dos professores que ministram aulas de Física na região da SRE-SSPARAÍSO, no sudoeste de Minas Gerais.

Inicialmente foi realizado, no primeiro semestre de 2012, um contato com a funcionária responsável pela área pedagógica da SRE-SSPARAÍSO a fim de obter informações sobre o número de municípios que compõem a SRE, quantidade de escolas de EM, número de alunos e de turmas. Foi constatado que a jurisdição da SRE-SSPARAÍSO é formada por 16 municípios, com população aproximada de 269 mil habitantes, 22 escolas de EM, com aproximadamente 11.200 alunos, distribuídos em 333 turmas. Os nomes dos municípios que constituem a SRE-SSPARAÍSO estão mostrados no Quadro 2. Para efeito de ilustração, apresentamos na Figura 1 o mapa político da região (A) e o mapa do estado de Minas Gerais (B) destacando a localização da região da SRE-SSPARAÍSO. No Quadro 3 são apresentados o número de escolas em cada município e os nomes das escolas e no Quadro 4, os dados sobre número de turmas e de alunos em cada uma. Observa-se no Quadro 3 que em todas as cidades há pelo menos uma escola de EM.

Quadro 2 – Municípios da SRE-SSPARAÍSO e população

Município	População Aproximada
Arceburgo	9.509
Capetinga	7.089
Cássia	17.412
Claraval	4.542
Guaranésia	18.714
Guaxupé	49.430
Ibiraci	12.176
Itamogi	10.349
Itaú de Minas	14.945
Jacuí	7.502
Juruiaia	9.238
Monte Santo de Minas	21.234
Pratápolis	8.807
São Pedro da União	5.040
São Sebastião do Paraíso	64.980
São Tomás de Aquino	7.093

População aproximada: Fonte IBGE – censo de 2010

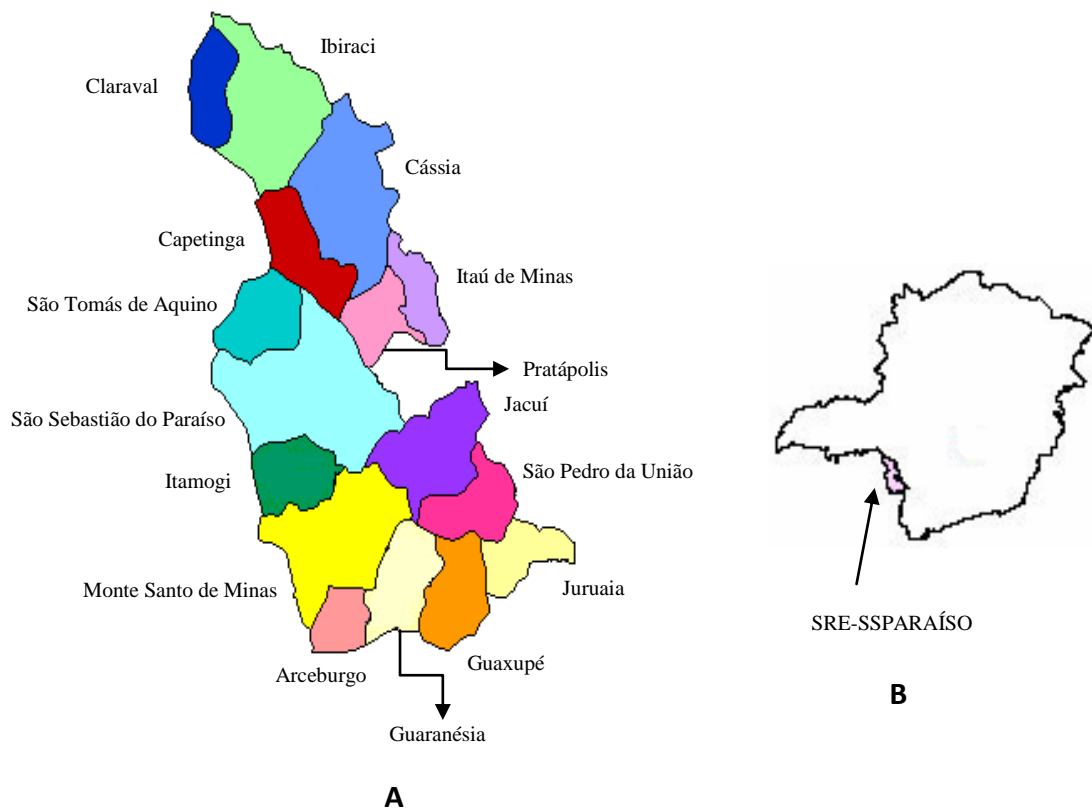


Figura 1 - Mapas - A) Cidades que constituem a SRE-SSPARAÍSO e B) Mapa do Estado de Minas Gerais com destaque para a localização da SRE.

A região na qual a SRE está localizada é composta de aproximadamente 156 municípios, a grande maioria pequenas cidades, emolduradas em montanhas e tendo uma área considerável inundada pelo Lago de Furnas. A agricultura ainda é a atividade econômica mais forte, capitaneada pela cultura do café (30% da produção nacional, de qualidade reconhecida internacionalmente) e por uma das principais bacias leiteiras do País.

Quadro 3 – Cidades, número de escolas de EM e nome de cada escola

<b>Cidade</b>	<b>Número de escolas de Ensino Médio</b>	<b>Nome da escola</b>
Arceburgo	1	E.E. Cel. Lucas Magalhães
Capetinga	1	E.E. Dr. José Teodoro de Souza
Cássia	1	E.E. São Gabriel
Claraval	1	E.E. Iarbas Rodrigues
Guaranésia	2	E.E. Alice Autran Dourado E.E. Geraldo Ribeiro Dias
Guaxupé	2	E.E. Dr. André Cortez Granero E.E. Dr. Benedito Leite Ribeiro
Ibiraci	1	E.E. de Ibiraci
Itamogi	1	E.E. José Soares de Araújo
Itaú de Minas	1	E.E. Ary Pimenta Bugelli
Jacuí	1	E.E. Prof <sup>a</sup> . Maria Leonor Nasser
Juruáia	1	E.E. Eduardo Senedese
Monte Santo de Minas	2	E.E. Américo de Paiva E.E. de Milagre
Pratápolis	1	E.E. Dr. Farid Silva
São Pedro da União	1	E.E. Cel. João Ferreira Barbosa
São Sebastião do Paraíso	4	E.E. Clóvis Salgado E.E. Benedito Calafiori E.E. Paula Frassinetti E.E. Com <sup>a</sup> . Ana Cândida Figueiredo
São Tomás de Aquino	1	E.E. Dr. Tancredo de A. Neves

Quadro 4 – Cidades, escolas, número de turmas e de alunos

<b>Cidade</b>	<b>Nome da escola</b>	<b>Nº de turmas Ensino médio</b>	<b>Nº de alunos</b>
Arceburgo	E.E. Cel. Lucas Magalhães	10	319
Capetinga	E.E. Dr. José Teodoro de Souza	11	311
Cássia	E.E. São Gabriel	18	705
Claraval	E.E. Iarbas Rodrigues	6	165
Guaranésia	E.E. Alice Autran Dourado	22	913
	E.E. Geraldo Ribeiro Dias	3	120
Guaxupé	E.E. Dr. André Cortez Granero	29	1054
	E.E. Dr. Benedito Leite Ribeiro	29	983
Ibiraci	E.E. de Ibiraci	13	473
Itamogi	E.E. José Soares de Araújo	13	419
Itaú de Minas	E.E. Ary Pimenta Bugelli	19	641
Jacuí	E.E. Prof <sup>a</sup> . Maria Leonor Nasser	12	341
Juruiaia	E.E. Eduardo Senedese	11	380
Monte Santo de Minas	E.E. Américo de Paiva	22	726
	E.E. de Milagre	3	46
Pratápolis	E.E. Dr. Farid Silva	12	395
São Pedro da União	E.E. Cel. João Ferreira Barbosa	9	189
São Sebastião do Paraíso	E.E. Clóvis Salgado	18	650
	E.E. Benedito Calafiori	27	961
	E.E. Paula Frassinetti	13	343
	E.E. Com <sup>a</sup> . Ana Cândida Figueiredo	14	495
São Tomás de Aquino	E.E. Dr. Tancredo de Almeida Neves	19	641

Logo após este levantamento inicial, a pesquisa ainda em sua primeira parte, passou para o momento no qual a investigação foi realizada diretamente nas escolas de EM. Recebemos autorização da SRE para que pudéssemos entrar em contato com as escolas. Foi enviado para cada uma delas e-mail contendo as questões de interesse do trabalho e também foi feito o contato com o diretor de cada unidade escolar, por telefone. Das 22 instituições de ensino, recebemos respostas de 15, o que representa aproximadamente 70% das escolas. Após a coleta de dados, foi possível analisar o perfil dos professores de Física. Os resultados obtidos e a comparação com os dados do censo realizados pelo INEP (MEC/INEP, 2003 e 2007) e com artigos sobre o perfil dos professores de Física estão apresentados no Capítulo 3.

## 2.2 – Descrição da segunda parte do trabalho

A segunda parte aconteceu diretamente nas escolas públicas de EM da SRE-SSPARAÍSO. Primeiramente foi necessário definir critérios para a escolha das escolas, pois essa SRE abrange uma extensa região. Das 15 escolas participantes e através dos critérios adotados, a nossa amostra foi reduzida a 7 escolas, 11 professores e 6 cidades. As escolas pesquisadas foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios:

- 1 – A escola que apresenta maior número de turmas.
- 2 – A situada na cidade com maior número de habitantes.
- 3 – A situada na cidade com menor número de habitantes.
- 4 – A que possui professor ainda cursando licenciatura em Física.
- 5 – A que apresenta professor com maior idade.
- 6 – A que possui professor com a menor carga horária.
- 7 – Aquela em que leciona professor com mais de uma licenciatura.
- 8 – A que apresenta professor não habilitado em Física.

Esses critérios de escolha das escolas participantes nos permitiram englobar professores com diferentes perfis: maior tempo de magistério, professor não habilitado, professor ainda cursando a licenciatura, professor com mais de uma licenciatura, entre outros.

No Quadro 5 mostramos as cidades onde se situa cada escola e seu respectivo nome, critério adotado, número de professores e distância de cada município à cidade-sede da SRE, São Sebastião do Paraíso.

Quadro 5 – Critérios, cidades, escolas escolhidas, nº professores e distância à SRE

<b>Critérios</b>	<b>Cidade</b>	<b>Nome da escola</b>	<b>Nº de professores</b>	<b>Distância à SRE (Km)</b>
1	Guaranésia	E.E. Alice Autran Dourado	2	68
2	São Sebastião do Paraíso	E.E. Clóvis Salgado	2	Cidade-sede
3	Claraval	E.E. Iarbas Rodrigues	1	102
4 e 7	Monte Santo de Minas	E.E de Milagre (distrito)	1	54
		E.E. Américo de Paiva	2	35
5 e 6	Juruáia	E.E. Eduardo Senedese	2	99
8	Pratápolis	E.E. Dr. Farid Silva	1	29

Para analisar os dados obtidos nesta segunda parte do trabalho optamos por adotar uma metodologia de pesquisa de natureza qualitativa. Para Keller *et al* (2010, p. 5), “pesquisa qualitativa é basicamente aquela que busca entender um fenômeno específico em profundidade. Ao invés de estatísticas, regras e outras generalizações, a qualitativa trabalha com descrições, comparações e interpretações”.

Bogdan e Biklen (1982) discutem o conceito de pesquisa qualitativa e indicam cinco características básicas para esse tipo de pesquisa:

- a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- os dados coletados são predominantemente descritivos;
- a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- o 'significado' que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial do pesquisador;
- a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Para Bogdan e Biklen (1982), a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada e enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.

Moreira (2002), Triviños (1987) e Neves (1996) apresentam características básicas semelhantes para esse tipo de pesquisa. Moreira (2002), por exemplo, considera as seguintes características para a pesquisa qualitativa:

- interpretação como foco. Nesse sentido, há um interesse em interpretar a situação em estudo sob o olhar dos próprios participantes;
- a subjetividade é enfatizada. Assim, o foco de interesse é a perspectiva dos informantes;
- flexibilidade na conduta do estudo. Não há uma definição a priori das situações;
- interesse no processo e não no resultado. Segue-se uma orientação que objetiva entender a situação em análise;
- o contexto está intimamente ligado ao comportamento das pessoas na formação da experiência;
- o reconhecimento de que há uma influência da pesquisa sobre a situação, admitindo-se que o pesquisador também sofre influência da situação de pesquisa.

Para Oliveira (2008), as características sobre a pesquisa qualitativa elencadas por Bogdan e Biklen (1982) e Moreira (2002) são possíveis de serem percebidas num estudo qualitativo que contemple o ambiente escolar e amplie as possibilidades de melhor entender a situação desse ambiente, provendo meios mais eficazes para o pesquisador trabalhar e poder elaborar seus relatórios, chegando às conclusões ou (in)conclusões da pesquisa.

Segundo Neves (1996, p. 2), da pesquisa qualitativa

(...) faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contexto direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí situe sua interpretação dos fenômenos estudados.

O contato direto do pesquisador com o ambiente natural mostra-se de extrema importância para o sucesso da coleta de dados. O pesquisador deve demonstrar uma atenção especial ao estudar o problema e deve estar atento aos procedimentos e interações relacionadas ao objeto de pesquisa. Outro ponto que merece destaque nas pesquisas qualitativas é o de verificar como o problema investigado se revela nas interações cotidianas dos participantes.

Entre os instrumentos de coleta de dados que podem ser utilizados dentro da abordagem de pesquisa qualitativa encontra-se o questionário. Ele é constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Em nosso caso, optamos por utilizar este instrumento na segunda parte deste trabalho, sendo que os dados foram obtidos através da aplicação de um questionário com perguntas abertas (Apêndice A). Segundo Coelho (2012, p. 96), o uso desse instrumento “tem algumas vantagens, tais como: proporciona respostas de maior profundidade, preza o pensamento livre e a originalidade, permite respostas mais representativas”.

Antes de iniciarmos a aplicação do questionário, foi feito contato com o diretor de cada uma das escolas para a apresentação do trabalho que estava sendo realizado a fim de solicitar uma visita à escola e uma reunião com os professores de Física para aplicação do instrumento de coleta de dados. Importante ressaltar que a maioria dos diretores se mostrou muito empolgada com o trabalho de pesquisa que estava sendo realizado e se dispôs a contribuir para o bom desenvolvimento do mesmo. Após o contato com o diretor, conversamos diretamente com os professores das escolas escolhidas. Esse contato direto foi muito importante, pois permitiu explicar pessoalmente a eles os objetivos do trabalho e introduzir os pontos que seriam abordados depois no questionário. Optamos por conversar, em primeiro lugar, para poder “quebrar o gelo” com esses professores e conseguir que as respostas apresentadas às questões fossem mais elaboradas. Salientamos que apenas um professor não respondeu ao questionário. Portanto, a amostra final de nossa pesquisa ficou reduzida a 5 cidades, 6 escolas e 10 professores.

O questionário, que se encontra no Apêndice A, traz questões que nos permitem verificar sobre o ensino da OG nas escolas públicas de EM da SRE-SSPARAÍSO e também



faz outros questionamentos que identificam os professores participantes da pesquisa e os possíveis fatores que possam influenciar no uso das atividades experimentais nas aulas de OG.

As primeiras questões mostradas na parte rotulada de dados iniciais apresentam informações relevantes sobre os professores, tais como: formação, idade, tempo de conclusão da graduação, carga horária em sala de aula, tempo de serviço entre outros. Este levantamento inicial de dados é composto por perguntas diretas. Logo em seguida, as perguntas fazem referência sobre a carga horária de Física nas escolas públicas e sobre o uso do livro didático de Física. Estas questões se relacionam aos possíveis fatores que possam influenciar ou não no uso de AE nas aulas de OG.

As outras perguntas são abertas e estão relacionadas com o tema principal deste trabalho: Ensino da OG em Escolas Públicas de EM sob a Jurisdição da SRE-SSPARAÍSO-MG. Para uma melhor análise das respostas apresentadas pelos professores às perguntas do questionário, optamos por dividi-las em três grupos, a saber:

- No Grupo 1, questões de 1 a 5, procuramos investigar as relações diretamente ligadas à OG: sua importância, em que série é ministrada, número de aulas dedicado ao conteúdo entre outros.

- No Grupo 2, as questões de 6 a 8 estão relacionadas com o uso de atividades experimentais no ensino da OG.

- No Grupo 3, questões 9 e 10 se relacionam à participação em cursos de aperfeiçoamento profissional em Física e no conteúdo da OG pelos professores de Física.

Passaremos agora para a análise dos dados e resultados de cada parte da pesquisa descrita.

## Capítulo 3

### Análise e Resultados da 1ª parte:

#### Perfil dos Professores de Física

Nesta parte do trabalho são apresentados os resultados da investigação que nos permitiu verificar o perfil do professor de Física das escolas públicas de EM sob a jurisdição da SRE-SSPARAÍSO, MG. (SOUZA *et al.*, 2013).<sup>3</sup>

Quando se discute sobre a Física, o professor de Física e o EM, dois temas, entre muitos outros, sempre são debatidos: a falta de professores de Física e a formação desses professores. Isso é bastante justificável, pois, de acordo com os Censos da Educação Básica realizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC) (BRASIL, 2003; 2009), a situação vivenciada é extremamente preocupante.

A falta de professores para as áreas de Física, Química, Biologia e Matemática, principalmente, é um problema que causa muita inquietação. Os estudos do INEP/MEC (BRASIL, 2003; 2009) apontam a falta de 250 mil professores nessas áreas no EM público. No caso da Física, esse número chega a 55 mil professores. Segundo Ristoff <sup>4</sup>, nos períodos de 1990 a 2005, somente 13 mil se formaram nos cursos de Licenciatura em Física e apenas 6.100 deles foram atuar no magistério. Esse quadro fica ainda mais preocupante devido às estimativas apontando que em torno de apenas 14 mil novos licenciados em Física iriam atuar no EM no intervalo de 2002 a 2010 (BRASIL, 2003). Esse resultado está na Tabela 1, que mostra estimativas para outros cursos, o que permite verificar a grave situação em Física e Química.

Tabela 1 – Estimativa de licenciados por curso de 2002 a 2010

Curso	Licenciados
Biologia	126.488
Física	14.247
Matemática	162.741
Química	25.397

Fonte: BRASIL (2003, p.13)

Projeções feitas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) mostram que em torno de 1800 professores de Física são formados por ano no

<sup>3</sup> Artigo publicado no XX SNEF, realizado em São Paulo em janeiro de 2013.

<sup>4</sup> Dados extraídos do site: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=9885](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=9885) Acesso em 16 de abr. de 2012.

Brasil e que, se essa taxa for mantida, seriam necessários 84 anos para atender à demanda atual de professores dessa área.

A falta de professores graduados com formação específica nas áreas de Ciências Exatas, principalmente na de Física, é outro ponto de muito destaque. O censo INEP/MEC de 2007 (BRASIL, 2009) revela que 74,8% dos professores de Física não são graduados na área em que atuam. Esse quadro é apresentado na Tabela 2, que mostra o número de professores habilitados do ensino médio nas disciplinas de Física, Química, Matemática e Biologia.

Para Pereira *et al.* (2009)

No caso da Física, a questão da má-formação e o desinteresse do aluno de ensino médio em prosseguir numa carreira nessa área não é trivial, e o que se observa atualmente em todas as pesquisas realizadas [5-8] é um déficit enorme de licenciados em Física, fator este que ao ser associado aos baixos salários dos profissionais da educação e as condições precárias de infraestrutura vivenciadas pelas escolas, certamente não será solucionado nas próximas décadas. Entretanto, precisa-se que ações sejam realizadas para minimizar esta situação e estas, inevitavelmente, estarão ligadas aos professores de Física (p.3).

Outra causa para o baixo número de licenciandos em Física são as altas taxas de evasão apresentadas nos cursos de Licenciatura, sendo que nos de Física elas podem chegar a 60%. Uma discussão mais ampla sobre o tema evasão é encontrada em diversos trabalhos, como por exemplo, Fazzio *et al.* (2007), Barroso e Falcão (2004), Brasil (2007), Arruda *et al.* (2006) e Portilho *et al.* (2008).

Tabela 2 – Número de professores graduados por área

<b>Disciplina</b>	<b>Número de professores</b>	<b>Professores graduados na área</b>	<b>%</b>
Biologia	43.480	26.898	61
Física	44.566	11.490	25
Química	38.871	14.541	37
Matemática	67.447	46.778	69

Fonte: BRASIL (2009, p. 41 e 42).

Os números oficiais evidenciados nas tabelas anteriores não correspondem aos discursos apresentados sobre a necessidade de oferecer um EM de qualidade e comprometido socialmente. Sem professor qualificado não há como esperar 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. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 2000, p.22).

O comprometimento pedagógico ocasionado pela carência de professores de Física e pela formação desses professores pode ser responsável pelo fraco desempenho da maioria dos estudantes no EM e pela baixa procura desses cursos na universidade, principalmente nos de Licenciatura em Física.

### 3.1 – O perfil dos professores de Física

Passaremos agora à apresentação dos dados e resultados relacionados ao perfil dos professores de Física, considerando os seguintes pontos: o número de professores de Física nas escolas; a formação destes professores; a situação funcional desses profissionais; a distribuição por sexo e a faixa etária deles.

O primeiro ponto verificado foi que nessas 15 escolas trabalham 319 professores de todas as áreas, sendo que 29 são professores de Física, correspondendo a aproximadamente 9%. De acordo com o INEP (BRASIL, 2003), em torno de 4% (1841) dos professores da Educação Básica em MG ministram aulas de Física. Esses resultados estão ilustrados na Figura 2.

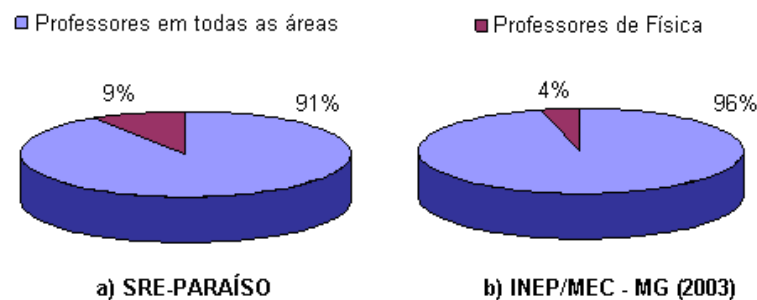


Figura 2: Relação entre os números de professores de Física e de todas as demais áreas.

Cabe observar que encontramos na SRE-SSPARAÍSO uma porcentagem de professores de Física que é mais do que o dobro do percentual do estado de MG. Uma possível hipótese para explicar esse quadro é a existência, na região, de um curso de Licenciatura em Física, o que proporciona a oferta de disciplinas de Física em todos os anos.

Por se tratar de um curso oferecido em uma instituição de ensino privada, após o ano de 2007, devido ao fato de não conseguir formar turma, o curso de Licenciatura em Física oferecido pela entidade (Centro Universitário) de Guaxupé deixou de ser oferecido. Isso, em nosso entender, a médio e longo prazo, pode vir a ser uma preocupação em relação ao número de professores graduados no componente curricular de Física.

Em relação à formação dos professores de Física que atuam na SRE-SSPARAÍSO, verifica-se que dos 29 professores de nossa amostra, 27 (93%) possuem licenciatura em

Física, um se encontra com o curso de Licenciatura em Física em andamento e um é licenciado em Matemática. Esse tema também é encontrado em outros trabalhos, como, por exemplo, em Pereira *et al.* (2009) que discutem essa situação na região de Catalão – GO. Sob a jurisdição da SRE-CATALÃO, são encontradas 10 cidades e 42 professores ministrando aulas de Física. Esse trabalho mostra que não existe nenhum licenciado (ou até mesmo um bacharel) em Física atuando no ensino médio na região de Catalão: 82% dos professores são graduados em matemática, 7% em pedagogia, 2% em biologia, 2% em geografia e outros 7% não tem curso de graduação. Marques (2008), que traz o perfil dos professores de Física das escolas estaduais de Ribeirão Preto, apresenta que 44,8% possuem formação em Física, 27,5% com formação em Matemática, 20,6% em Matemática e Física e 6,85% em Química. Em Ribeiro (2006), que analisa o perfil no município de Itaúna, MG e cidades vizinhas, encontramos que 82% possuem licenciatura em Física, 10% licenciatura em Química e Matemática, 4% com complementação de licenciatura em Física e 4% sem licenciatura ou estudante.

É importante enfatizar que, com exceção do resultado de Pereira *et al.* (2009), o quadro encontrado nos outros trabalhos citados acima é muito diferente do observado no resto do país, cuja situação é revelada pelo censo de 2007 (INEP/MEC), que indica que 74,8% dos professores não possuem graduação em Física. Em nosso caso, entendemos, como dito anteriormente, que isso é consequência da existência, em anos anteriores, de um curso de Licenciatura em Física na cidade de Guaxupé, MG, que pertence à jurisdição da SRE em questão.

Em relação à distribuição dos professores de Física por sexo na SRE-SSPARAÍSO verifica-se que a maioria é do sexo feminino, apresentando um total de 76%. A presença de mais professores do sexo feminino em nossa amostra foi um aspecto bastante interessante. Este dado não foi observado por Teixeira *et al.* (2004) na amostra da pesquisa realizada com 60 professores sobre o perfil sociocultural dos professores de Física de colégios públicos e privados de São Paulo, que apresenta um número bem superior de professores do sexo masculino, em torno de 83%. Marques (2008) mostra certo equilíbrio em relação à distribuição dos professores de Física por sexo, sendo 52% do sexo masculino e 48% do sexo feminino.

Na análise da distribuição dos professores por faixa etária encontramos 15 deles com idade entre 30 e 39 anos, o que corresponde a 52%. Na Tabela 3 é mostrada a distribuição por faixa etária encontrada neste trabalho.

Tabela 3 – Professores de Física – SRE-SSPARAÍSO

Faixa etária dos pesquisados		
20 e 29 anos	6	21%
30 e 39 anos	15	52%
40 e 49 anos	5	17%
50 anos ou mais	3	10%

A faixa etária dos professores é discutida em outros trabalhos. Em Teixeira *et al.* (2004), encontra-se que 45% dos professores possuíam idade entre 20 e 35 anos, 23% entre 36 e 45 anos e aproximadamente 32% com idade entre 46 e 57 anos. Em Marques (2008), encontra-se que 34,5% dos professores estão com idade entre 51 e 55 anos, 10,3% entre 46 e 50 anos e aproximadamente 13% dos professores estavam entre 36 e 40 anos e com a mesma porcentagem para a faixa etária de 26 a 30 anos. Um fato destacado por ele é que apenas 3,4% dos professores pesquisados estão na faixa etária com idade inferior a 25 anos. Isso, segundo o autor, mostra a ausência de recém formados trabalhando na rede: ou os recém formados preferem fazer pós-graduação ou isso possivelmente seja um reflexo do desinteresse dos jovens pelo ensino de Física na cidade de Ribeirão Preto e no Brasil nos últimos anos. Os dados que encontramos também concordam com o de Marques (2008). Em torno de 21% dos professores estão abaixo de 30 anos.

Em relação à situação funcional dos professores de Física da SRE-SSPARAÍSO, os resultados obtidos estão representados no gráfico da Figura 3.

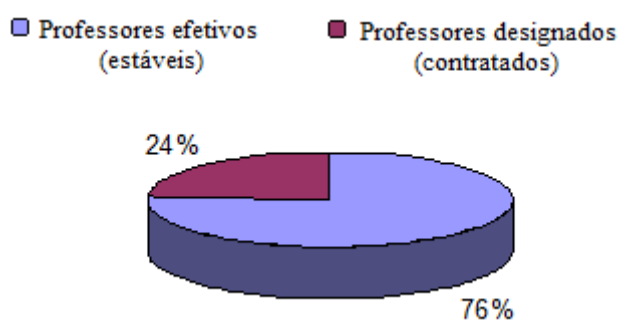


Figura 3 – Situação Funcional

Na Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE/MG), o professor efetivo é estável e um cargo completo corresponde a 24 horas semanais, sendo 18 horas-aula cumpridas em sala de aula e 6 horas em reuniões e outras atividades. Essa carga horária na legislação vigente, em 2013, sofreu alteração em relação ao número de aulas cumpridas em sala de aula, passando para 16 horas-aula e 8 horas que serão utilizadas na realização de

outras atividades. Já o professor designado tem um contrato com o Estado que se encerra no dia 31 de dezembro de cada ano e este possui as mesmas funções do professor efetivo.

De acordo com a Figura 3, verifica-se que dos 29 professores de Física, 22 (76%) são estáveis e apenas 7 (24%) são contratados. Este é um dado importante, pois a estabilidade proporciona certa tranqüilidade aos professores e também uma sequência no planejamento de Física no EM a fim de que os objetivos propostos sejam alcançados.

A definição de quem é o profissional do magistério da educação básica é especificada na LDB e regulamentada pela Resolução nº 1, de 27 de março de 2008, Câmara de Educação Básica (CNE/CEB). Neles, encontramos que, nas etapas dos anos finais do Ensino Fundamental e no EM, os docentes devem ser habilitados em cursos de licenciatura plena ou em Programa Especial de Formação Pedagógica de docentes.

Em nosso caso, verificou-se que 93% deles possuem licenciatura em Física, resultado que difere bastante do divulgado pelo censo do INEP/MEC, que indica que 74,8% dos professores não possuem graduação em Física. Vale ressaltar os esforços realizados pelo MEC para tentar mudar esse quadro no país. A Universidade Aberta do Brasil e o incentivo à criação de cursos de Licenciaturas no período noturno são alguns exemplos desses esforços. Somente com professores qualificados é que poderemos vislumbrar um futuro melhor para o ensino de Ciências, em particular o de Física.

O número de professores com idade abaixo de 30 anos (< 21%) indica a baixa procura de jovens pela carreira de professor. Isso é, entre outros fatores, reflexo dos baixos salários, da falta de estrutura e das péssimas condições de trabalhos às quais os professores estão sujeitos. Esse resultado, por exemplo, pode ser constatado no curso de Licenciatura em Física da UNIFEI. Desde que foi criado em 2002, apenas 24% dos formandos desse curso foram para as salas de aulas do EM, o restante optou por continuar os seus estudos de pós-graduação ou por ingressar em outro curso de graduação.

Na região da SRE-SSPARAÍSO, verificamos que 76% dos professores são efetivos e 24% deles são contratados. A presença de professores contratados não representa a situação ideal para o ensino. As incertezas pelas quais eles passam, como um contrato anual e sem os mesmos direitos dos docentes efetivos, não são propícios para o desenvolvimento de trabalhos docentes mais consistentes e efetivos. Esse assunto é bastante complexo e não é objetivo discuti-lo aqui, porém não podemos negá-lo.

Julgamos que o conhecimento do perfil do professor pode se transformar numa importante ferramenta no desenvolvimento de propostas para a melhoria do ensino. Ele pode ser utilizado com o objetivo de melhorar a qualificação do corpo docente da escola pública

através do oferecimento de cursos de aperfeiçoamento profissional e até mesmo oferecer condições para que os professores não habilitados consigam ingressar em cursos de licenciaturas em áreas específicas.



## Capítulo 4

### Análise e Resultados da 2ª parte:

#### Investigações sobre o ensino da Óptica Geométrica

Nesta parte do trabalho são apresentados os resultados da investigação realizada com os professores de Física, informações obtidas através da aplicação do questionário descrito no Capítulo 2, mostrado no Apêndice A. Para manter o anonimato dos professores participantes passamos a designá-los por P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10, sendo P abreviação para professor.

Na Tabela 4 são apresentadas informações sobre os professores participantes da pesquisa. Nela encontramos dados sobre o tempo de magistério de cada professor, formação, tempo de conclusão da graduação, entre outros.

Tabela 4 – Dados dos professores participantes da segunda parte da pesquisa

<b>Professor</b> <b>Questões</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
Tempo de Magistério (em anos)	2	5	14	16	14	25	13	21	1,5	15
Formação	Grad.	Grad.	Grad.	Pós-Grad.	Grad.	Pós-Grad.	Grad.	Grad.	Grad. em andamento	Pós-Grad
Instituição da graduação	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.	Part.
Tempo de conclusão da Graduação (anos)	5	10	14	14	15	27	13	39	Ainda não concluiu.	16
Carga horária semanal em sala de aula (nº aulas)	31	24	10	18	22	22	5	38	7	18
Número de turmas que leciona	11	7	3	7	11	8	2	8	3	9

Legenda: Grad = Graduação. Pós-Grad = Pós-Graduação Part. = Particular

Vamos analisar as respostas apresentadas pelos professores a cada uma das perguntas do questionário. Optamos por fazer, em primeiro lugar, uma análise individual das respostas apresentadas às questões de cada um dos grupos. Após essa apresentação das questões de cada grupo, tecemos algumas considerações acerca das respostas encontradas.

#### 4.1 - Questões do Grupo 1

**1ª questão:** *Você considera importante o conteúdo da OG para alunos do Ensino Médio?*

*Comente.*

Como resultado, encontramos que nove professores atribuem grande importância ao estudo da OG. Para alguns deles, a OG é importante porque seus conteúdos aparecem nos vestibulares e no atual ENEM. Para outros, eles são interessantes pois chamam a atenção dos alunos. Outro ponto destacado nas respostas é a relação da OG com os fenômenos do nosso cotidiano, como o surgimento do arco-íris, os instrumentos ópticos e a formação de imagens. A relação com a Matemática (geometria), Química (fotossíntese) e Engenharia aparecem nas respostas também. Os excertos a seguir mostram algumas das respostas apresentadas pelos professores.

*Sim, pois é cobrado nos vestibulares e ENEM. E também porque a Óptica é um dos ramos da Física que estuda os fenômenos relacionados à luz com situações que ocorrem a todo momento em nossas vidas. (P3).*

*A OG é um conteúdo bem importante, principalmente a parte introdutória, devido aos vários fenômenos, como por exemplo o arco-íris. (P4).*

*Uma grande importância, pois a OG é um conteúdo bem interessante e chama bastante a atenção. (P5).*

*Sim, pois vários fenômenos que ocorrem no cotidiano são estudados e explicados pela OG. Os alunos acham importante o estudo de Física principalmente no 3º colegial, gostam de OG principalmente no estudo da reflexão, refração e dos espelhos planos, pois relacionam com assuntos já estudados em Matemática, semelhança de triângulo, noções trigonométricas etc. (P6).*

*Sim, pois ela está relacionada às outras áreas, como a Engenharia e outras áreas. (P7).*

*Sim, pois a OG é uma área da Física do dia a dia e estuda os vários instrumentos como lentes, também as doenças – defeitos da visão. (P8).*

Somente um professor aponta uma pequena importância para o conteúdo da OG. Segundo ele, os conteúdos da OG não são cobrados nos exames externos (vestibulares). A resposta do Professor P10 foi a seguinte:

*Pequena, pois nas avaliações externas não são muito frequentes (P10).*

O fato de encontrarmos nas respostas dos professores falas que ligam a OG aos fenômenos ópticos do cotidiano é relevante, pois essa proposta está contida nos documentos oficiais (PCN, PCN+ e CBC, por exemplo).

**2ª questão:** *Você coloca no planejamento anual o estudo da OG?*

Com relação a esta questão, encontramos que nove professores, os mesmos que consideram esse assunto importante, declararam que colocam o conteúdo da OG no planejamento anual. Somente o professor P10 respondeu dizendo que ela é colocada no planejamento como optativa. Em sua resposta, ele enfatiza que “*não dá aula desse conteúdo*” e somente aborda este tema quando dá tempo e, nesse caso, o faz propondo aos alunos um trabalho de pesquisa.

**3ª questão:** *Em qual série é trabalhado o conteúdo da OG, qual bimestre e quanto tempo é dedicado a este conteúdo?*

As respostas apresentadas a essa pergunta estão mostradas no Quadro 6. Podemos observar, excetuando-se o professor P10, que todos os outros dedicam uma carga horária razoável, pelo menos um bimestre, em seus planejamentos ao ensino da OG. Entretanto, as respostas dos Professores P1 e P2 chamam a atenção: eles consideram o conteúdo importante e atribuem 20 aulas ao ensino da OG em seus planejamentos, porém, ressaltam que esse assunto só é ministrado quando dá tempo. Essas respostas ajudam a mostrar que a OG vem perdendo espaço no EM. (SILVA e TAVARES, 2005, p. 1). Nas respostas dos demais professores não foi possível verificar se eles de fato apresentam a OG aos seus alunos. Os demais professores P4, P5 e P9 dedicam uma carga horária expressiva, correspondendo a quase dois bimestres, ao ensino da OG.

Quadro 6 – Resultados da 3ª questão do questionário

Professor	Série em que é trabalhada a OG	Bimestre	Tempo dedicado (nº de aulas ou bimestre) ao conteúdo
P1	2º ano	4º bimestre	20 aulas aproximadamente. O conteúdo é trabalhado quando dá tempo.
P2	2º ano	4º bimestre	20 aulas aproximadamente. O conteúdo é trabalhado quando sobra tempo.
P3	3º ano	4º bimestre	26 aulas
P4	Final do 2º e início do 3º anos.	4º bimestre 1º bimestre	40 aulas
P5	Final do 2º e início do 3º anos.	4º bimestre 1º bimestre	40 aulas
P6	3º ano	3º bimestre	De 32 a 36 aulas
P7	3º ano	1º bimestre	30 aulas aproximadamente.
P8	3º ano	1º bimestre	30 aulas
P9	3º ano	3º e 4º bimestres	40 aulas aproximadamente.
P10	3º ano	Último bimestre do 3º ano	Não respondeu o número de aulas alegando que a OG é trabalhada quando consegue (no final do EM).

**4ª questão:** *Os conteúdos da OG são trabalhados na íntegra? Se não, quais os conteúdos que você leciona?*

Para esta questão verificamos que a maioria dos professores respondeu “*não*” na primeira parte da pergunta. Os professores P1 e P2 não informaram até que ponto trabalham o conteúdo, afirmando que não é possível cumprir todo o conteúdo colocado no planejamento e o P3 vai até espelhos esféricos. Os professores P6, P7 e P8 responderam que ministram a maior parte dele, indo até instrumentos ópticos e defeitos da visão. Os professores P4, P5 e P9, apesar de dedicarem uma carga horária de 40 aulas à OG só chegam até lentes esféricas. O professor P10 trabalha apenas superficialmente os conteúdos da OG.

**5ª questão:** *No seu curso de graduação, você teve aulas de OG?*

Com a exceção dos professores P9 e P10, todos os outros são oriundos da mesma instituição de ensino, que, como informado anteriormente, deixou de oferecer o curso de Licenciatura em Física desde 2008. Os professores P9 e P10 informaram que tiveram OG na graduação. Mesmo para os formados na mesma instituição, podemos observar que a formação deles não foi uniforme, pois P2, P4 e P5 informaram que não estudaram OG na graduação; os demais, P1, P3, P6, P7 e P8, informaram que sim. Podemos verificar que P3 e P4, com 14 anos de formados, apresentam informações diferentes em relação a terem estudado esse conteúdo na graduação, conforme pode ser verificado na Tabela 4.

Apesar de atribuírem grande importância ao ensino da OG e inserirem esse conteúdo no planejamento anual, foi possível verificar que os professores não conseguem cumprir todos os tópicos desse conteúdo. Esse resultado é de se estranhar, pois, com exceção do P10, todos os outros dedicam uma carga horária expressiva a esse conteúdo.

Conforme relatado por alguns professores, a dificuldade dos alunos com a matemática envolvida, a pequena carga horária semanal da disciplina e a curta duração da hora-aula (principalmente no período noturno) e o número excessivo de alunos por turma, são os principais motivos apresentados pelos professores para justificar, como discutidos no Capítulo I, que o conteúdo da OG não está sendo explorado corretamente no EM. .

Mesmo apenas três professores tendo informado que não tiveram OG na graduação, foi possível observar que a formação dos demais também deixou a desejar. Isso pode ser uma possível causa para que esse conteúdo não esteja sendo ministrado conforme planejado pelos professores, afinal, uma formação inicial com lacunas pode levar o professor a encontrar dificuldades na apresentação de conteúdos nunca vistos, pois, em nosso entender, a formação inicial está ligada diretamente à qualidade de ensino.

Conforme salientado no final da primeira questão, foi possível verificar que os professores reconhecem as ligações dos fenômenos ópticos com vários aspectos da tecnologia atual. Esse ponto foi discutido no Capítulo 2, no qual foi destacada a importância que os documentos oficiais da educação no Brasil dão a essa ligação. A óptica tem sido uma ferramenta essencial em algumas áreas, como, por exemplo, Saúde, Astronomia e Telecomunicações. O desenvolvimento dos modernos telescópios e das técnicas de captação da radiação emitida pelos objetos astronômicos aumentou consideravelmente o nosso conhecimento sobre o Universo. Os microscópios mais modernos nos deram informações que proporcionaram detectar doenças e oportunizar tratamentos que antes não eram possíveis de ser realizados. A utilização de fibras ópticas revolucionou as telecomunicações como um todo (sistemas de TV de alta resolução, telefonia, internet etc). Os sistemas de cabo de fibra óptica tornaram possível a transmissão de grandes quantidades de dados por maiores distâncias com uma considerável redução de custo do sistema de transmissão e de sua complexidade, como também a uma redução muito significativa na degradação do sinal durante as transmissões.

## **4.2 - Questões do Grupo 2**

As questões do grupo dois estão relacionadas aos objetivos específicos da pesquisa que busca verificar se os professores de Física do EM da região da SRE-SSPARAÍSO fazem

uso de AE no ensino da OG. As repostas dadas às questões deste grupo são apresentadas a seguir.

**6ª questão:** *Você faz uso de atividades experimentais em suas aulas de OG?*

Cinco professores responderam que não realizam nenhum tipo de AE em suas aulas, nem mesmo as demonstrativas. Dois responderam que às vezes fazem uso delas e somente quatro professores responderam “sim” a esta questão. A seguir transcrevemos as repostas dadas por dois professores participantes:

*Não. Pois as aulas são um pouco menores (noturno), os alunos não são muito frequentes tendo assim dificuldades para terminar o planejamento, e, além disso, eles têm muitas dificuldades nos cálculos. (P3).*

*Sim, algumas em sala de aula e outras fora da sala de aula (pátio – medir a altura do poste, através da sua sombra e da altura e sombra de um aluno). (P6).*

Com exceção do professor P6, que procura realizar algumas AE fora da sala de aula, todos os outros apresentam experimentos tradicionais como o da câmara escura, espelhos esféricos (uso de uma colher), refração (lápis dentro de um copo d’água) e de formação de imagens em espelhos.

**7ª questão:** *A escola em que trabalha possui laboratório de Ciências e/ou Física?*

Verificamos que a maioria das escolas não possui um espaço apropriado para a realização de AE e nenhum tipo de material que possa ser utilizado pelo professor em sua atividade didática. Com relação a essa questão, obtivemos as seguintes repostas que estão apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Laboratório de Física

<b>Professor</b>	<b>Resposta à 7ª questão</b>
P1	Física – não. Ciências – não.
P2	Não.
P3	Sim. Mas tem poucas disponibilidades.
P4	Existe uma sala que recebe o nome de laboratório, mas é usada para passar filme.
P5	Sim, mas não é utilizada.
P6	Sim, mas com pouca disponibilidade.
P7	Não.
P8	Não.
P9	Não possui.
P10	De Ciências, às vezes adaptado p/ Física.

Observamos que em cinco escolas não há salas de laboratório e, quando existem, apresentam pouca disponibilidade, pois são utilizadas para a realização de outros tipos de atividades com os alunos.

**8ª questão:** *Você realizou atividades experimentais de OG em sua graduação?*

Os resultados mostram que P2, P3, P4, P5, P6 e P8 não realizaram nenhuma atividade experimental em suas aulas de OG no curso de graduação. O professor P9 responde que apenas algumas aulas eram experimentais e o enfoque dado ao conteúdo era mais teórico e apenas 3 professores (P1, P7 e P10) dizem ter realizado atividades experimentais no curso de graduação.

Ainda que os professores tenham graduação específica na área, os resultados deste grupo nos levam a concluir que o uso de AE nas aulas de OG não é uma realidade nas escolas públicas da região da SRE-SSPARAÍSO.

Apesar da importância da realização de AE, defendidas por diversos autores da área, encontramos estudos que mostram temas da Física, entre eles a OG, sendo apresentados como estando distante da realidade dos alunos. Segundo Sousa (2010, p. 18),

A óptica tem sido ensinada de forma enciclopédica e complicada aos estudantes, sem o enfoque na conexão com a realidade. Um tema com inúmeras inovações tecnológicas, como as aplicações do laser presente no dia a dia poder ter abordagens menos descritivas e mais contextualizadas, relacionando os conceitos abordados na sala de aula com o cotidiano dos educandos. Não há como separar a Física, que é uma ciência da natureza, da observação da mesma.

Este mesmo cenário também foi observado nos resultados deste trabalho, indicando que, apesar de atribuírem grande importância ao uso de AE, o que se verifica é a utilização da metodologia tradicional de ensino, fazendo uso de quadro-negro, giz e livro didático.

Os motivos apresentados pelos professores para a não realização de AE são praticamente os mesmos discutidos e apresentados em diversos trabalhos, por exemplo, em Violin (1979), Silva e Butkus (1985), Barros e Hosoume (2008). Entre os principais motivos encontramos: a baixa carga horária da disciplina; a não existência de espaço para a realização de experimento e a falta de equipamentos; o número excessivo de alunos por turma.

Outro fato preocupante diz respeito à realização de AE na graduação pelos professores da região. Nesse caso, encontramos respostas de professores relatando que nunca realizaram uma AE durante o curso de graduação e isto se torna uma possível causa desta ausência das AE em suas aulas. “Se as atividades experimentais não são realizadas no ensino de Física de 1º e 2º graus, cabe mais à formação do professor do que as condições de nossas escolas” (Violin, 1979,

p.14). Percebemos que os professores da área de Física sentem a necessidade do desenvolvimento de AE em suas aulas e necessitam de suporte para desenvolvê-las em sua prática docente.

### 4.3 - Questões do grupo 3

As questões do grupo três procuram conhecer a realidade da região em relação aos cursos de aperfeiçoamento profissional na área de Física e também verifica se os professores gostariam de participar de algum curso na área de OG.

**9ª questão:** *Você já fez algum curso de aperfeiçoamento profissional na área de Física?*

Em relação à participação em cursos de aperfeiçoamento profissional na área de Física oferecidos pela SRE-SSPARAÍSO, verificamos que somente os professores P6 e P8 participaram de algum curso, não informando o conteúdo trabalhado nessa ocasião. Vale destacar que esses são os professores com maior tempo de magistério de nossa amostra (25 e 21 anos, respectivamente). Os demais nunca participaram de nenhum curso. Os professores P6 e P10 realizaram curso de especialização em Física em instituições particulares.

**10ª questão:** *Você gostaria de participar de algum curso no conteúdo de OG: teoria e experimentação?*

Pelas respostas fornecidas à esta questão, observamos que todos os professores sentem a necessidade de cursos em todas as áreas da Física, não só a de OG. A seguir são destacadas as falas de três professores:

*Sim, adoraria. (P7).*

*Sim, está faltando este investimento para nós professores. (P6).*

*Sim, e não só no conteúdo de OG como em todos os outros conteúdos básicos. (P10).*

Nesse sentido, a LDB (BRASIL, 1996, p.21) em seu Art. 67, Inciso II, estabelece que “os sistemas de ensino promoverão aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim”. Ainda segundo essa Lei (p.26), em seu Art. 87, parágrafo 3º, Inciso III, “Cada Município e, supletivamente, o Estado e a União, deverá realizar programas de capacitação para todos os professores em exercício, utilizando também, para isto, os recursos da educação a distância”.

Cursos de aperfeiçoamento profissional em Física e em todas as demais áreas podem contribuir como complemento da formação inicial adquirida na graduação e proporcionar troca de experiências entre os professores em relação ao uso de novas abordagens de ensino, a



fim de promover melhoria e aperfeiçoamento do corpo docente. Um aspecto preocupante em nosso entender reside no fato de a maioria dos professores nunca ter realizado cursos de aperfeiçoamento profissional. Se isso é resultado da falta de interesse dos professores ou se é pela não oferta de cursos pela SRE-SSPARAÍSO (Estado de Minas Gerais) não foi possível investigar até este ponto.

Além das questões e dos resultados apresentados acima, o questionário permitiu obter outras informações que são importantes para a conclusão deste trabalho. Uma delas diz respeito à carga horária de Física e a outra à utilização do livro didático (LD) no EM. A carga horária semanal em cada escola está mostrada na Tabela 5. Podemos observar que os números encontrados em nossa amostra são parecidos com as cargas horárias da maioria das escolas estaduais de Minas Gerais, em torno de duas aulas semanais. O fato de algumas escolas destinarem três horas-aula por semana e de ofertarem disciplinas de Física em todos os anos nas escolas (com exceção de apenas uma) pode ser explicado, como discutido no Capítulo 3, devido à existência, até 2007, de um curso de Licenciatura na região.

Tabela 5 - Número de aulas semanais de Física

<b>Nome da escola</b>	<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>
E.E. Alice Autran Dourado	2	3	3
E. E. Américo de Paiva	2	0	4
E. E. Clóvis Salgado	2	2	3
E.E. Eduardo Senedese	2	3	3
E. E. de Milagre	2	2	3
E.E. Dr. Farid Silva	2	2	2

A utilização do LD para o EM em Minas Gerais teve início em 2005 através do programa “livro na Escola: mais fácil de ensinar, mais fácil de aprender”<sup>5</sup> que destinou, até 2008, R\$ 78 milhões de reais do orçamento da Educação para a compra de 6,3 milhões de livros didáticos (Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Física, Química e Biologia) para 900 mil alunos do EM da rede estadual. A partir de 2008, o Programa de Livro Didático para o Ensino Médio foi executado em parceria com o governo federal a exemplo do que ocorre com o Ensino Fundamental. Assim, a escolha dos livros para 2009 foi incorporada ao programa do governo federal e abrangeu todos os conteúdos disciplinares.

Em nosso trabalho, três professores informaram que não utilizam o livro didático em suas aulas. Dois deles não utilizam nenhum material e outro comenta que faz uso de vários

<sup>5</sup> Extraído do site <http://www.mg.gov.br/governomg/portal/c/governomg/governo/acoes-do-governo/5807-educacao/61457-livro-na-escola/5794/5040>. Acesso em: 15/jan/2013.

livros. Os demais afirmaram que utilizam o LD, mas não com muita frequência. Esse ponto, em nosso entender, é preocupante, pois, apesar de todos os problemas ainda existentes, o LD é um recurso de extrema valia para o ensino. Ele é o principal material instrucional do aluno, em muitos casos é o único que ele tem acesso, sendo utilizado, na maioria das vezes, como fonte de trabalho de pesquisa e na solução de exercícios. Para os professores, o LD é importante por representar um instrumento de apoio no planejamento de suas aulas e na proposição de exercícios. Para Couto e Aguiar Júnior (2008, p. 2)

(...) o livro didático (LD) é um cobiçado veículo entre o docente (e seus alunos) e aos novos resultados das pesquisas na área de ensino. É o instrumento eficaz de trabalho para a atividade docente e para a aprendizagem dos alunos. No caso específico do ensino de Ciências e, particularmente da Física, o livro didático ajuda a moldar as representações que o professor (e por sua vez, o aluno) faz sobre a maneira como o conhecimento científico é construído e como é concebida a relação ensino/aprendizagem proposta pelos autores.

Ainda em relação à Tabela 4, observamos que 9 professores possuem curso de graduação presencial, sendo oito deles em Licenciatura em Física e um em Engenharia. Apenas o professor P9 está com o curso de Licenciatura em Física à Distância em andamento. Para fim de ilustração, mostramos na Figura 4 o tempo de magistério e de conclusão do curso de graduação de cada professor. Em relação ao tempo de magistério, verificamos que a maioria dos professores possui mais de 10 anos de magistério e apenas três deles tem menos de 5 anos no exercício da profissão.

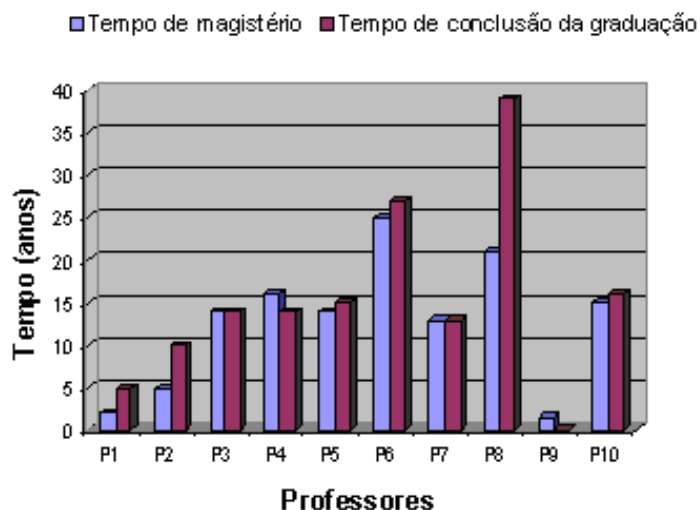


Figura 4 – Tempo de magistério e tempo de conclusão de curso de graduação

Por fim, o último ponto que investigamos foi em relação à carga horária semanal em sala de aula e constatamos que, com exceção dos professores P3, P7 e P9, os demais possuem um número de aulas superior ou igual a 18 aulas que, até 2012, era a carga horária

correspondente a um cargo completo de professor no Estado de Minas Gerais. Relacionado a este ponto encontramos também, nas respostas dos professores, resultados sobre o número de turmas em que estas aulas estão distribuídas e verificamos que este número varia entre 2 e 11 turmas.

## Considerações finais

A pesquisa descrita neste trabalho teve como objetivo investigar se a OG está sendo ministrada e de que modo isso está sendo realizado pelos professores das escolas públicas de EM na região da SRE-SSPARAÍSO. No desenvolvimento deste trabalho consideramos, em primeiro lugar, que para responder a essa questão era preciso conhecer o perfil dos professores de Física que atuam nas escolas dessa região. Os resultados encontrados foram apresentados no Capítulo 3 e em Souza *et al.* (2013). Conforme discutido anteriormente, o perfil pode ser utilizado com o intuito de melhorar a qualificação do corpo docente da escola pública através do oferecimento de cursos de aperfeiçoamento profissional e até mesmo oferecer condições para que os professores não habilitados consigam realizar cursos de licenciaturas em áreas específicas.

A pesquisa sobre o perfil dos professores apresenta resultados sobre: o número de professores de Física nas escolas; a formação destes professores; a situação funcional desses profissionais; a distribuição por sexo e a faixa etária deles. Um ponto de destaque foi a constatação que 93% deles possuem licenciatura em Física, o que difere bastante dos resultados nacionais que apontam que 74,8% dos professores que ministram aula de Física não são graduados na área (BRASIL, 2009). Isso, segundo os dados da pesquisa, se deve ao fato da existência, até o ano de 2007, de um curso de Licenciatura em Física na região. Por outro lado, constatamos que apenas 21% dos professores pesquisados apresentam idade inferior a 30 anos, resultado esse que enfatiza a ausência de recém-formados trabalhando na rede: ou os recém-formados preferem fazer pós-graduação ou isso possivelmente seja um reflexo do desinteresse dos jovens pelo ensino de Física. Conforme mostrado no Capítulo 3, esse resultado é uma realidade aqui no curso de Licenciatura em Física da UNIFEI, pois, apenas 24% dos formados foram para as salas de aulas do EM, o restante optou por continuar os seus estudos de pós-graduação ou por ingressar em outro curso de graduação.

O modo como a OG está sendo ministrada foi analisado na segunda parte deste trabalho. Foi possível verificar que os conteúdos da OG nas escolas investigadas são apresentados da maneira tradicional, que está fundamentada no simples repasse de conceitos, com aulas à base de giz e quadro-negro. Outro ponto que foi possível verificar é que a utilização da linguagem matemática é predominante nas aulas ministradas pelos professores. Os aspectos fenomenológicos e as relações com o cotidiano e as diversas aplicações tecnológicas possíveis estão desvinculados dos conteúdos da OG que fazem parte do EM. Esse resultado é encontrado em diversos outros trabalhos, como, por exemplo, em Heineck *et*

*al.* (2007) e Gaspar e Monteiro (2005). Para Nunes (2006, p. 26), o tempo em que o quadro e giz ocupavam lugar de destaque deve ficar para trás, pois eles não mais atraem a atenção e o interesse dos jovens. Para Pietrocola (2001), o ensino tradicional não contribui para a formação de um cidadão que apresente uma visão crítica para a análise e compreensão do mundo moderno.

Conforme discutido no Capítulo 1, as AE despertam interesse e se configuram como uma importante ferramenta no ensino de Física, favorecendo uma melhor interpretação e aprendizagem dos diversos conteúdos. De acordo com Gaspar *et al.* (2005, p. 227), tanto as AE de demonstração em sala de aula quanto as tradicionais executadas em laboratório apresentam dificuldades comuns para a sua realização. Porém, a maneira como elas são desenvolvidas é que deve ser melhor discutida para se atingir os objetivos desejados ao utilizar esta metodologia nas aulas. Verificamos que o uso de AE não é uma realidade nas escolas analisadas. Os motivos apresentados pelos professores para a não realização de AE que encontramos foram: a baixa carga horária da disciplina; a não existência de espaço para a realização de experimento e a falta de equipamentos; o número excessivo de alunos por turma. Eles são praticamente os mesmos discutidos e apresentados em outros trabalhos, como, por exemplo, Silva e Butkus (1985) e Barros e Hosoume (2008). Outro motivo, que, em nosso entender, seja um dos responsáveis por essa situação, reside no fato da maioria dos professores de nossa amostra nunca terem realizado AE em sua formação inicial. Como destacado no Capítulo 2, esse quadro não é atual, ele, na verdade, é uma realidade já há algum tempo, tendo sido mostrado por Violin há 30 anos (VIOLIN, 1979). É lamentável ver que essa situação continua a mesma após tanto tempo!

Dois pontos ainda podem ser destacados a partir das respostas encontradas às perguntas apresentadas aos professores. O primeiro diz respeito à participação dos professores em cursos de aperfeiçoamento profissional em Física. O resultado encontrado é alarmante, pois, segundo eles, há bastante tempo o Estado não oferta cursos desse tipo aos professores. O segundo se relaciona com a falta de condições para a realização de AE em suas atividades didáticas. Nesse sentido, com o intuito de viabilizar o uso de AE nas escolas da região da SRE-SSPARAÍSO, fizemos a proposição de um produto instrucional que consiste na construção de um kit de experimentos demonstrativos de OG construídos, em sua maioria, a partir de materiais de baixo custo.

A opção por experimentos demonstrativos, montados com materiais de baixo custo, é a mais viável, em nosso entender, para a realidade local, sendo essa argumentação pautada nas seguintes características<sup>6</sup>:

- Contorna o problema do alto custo da montagem de experimentos de um laboratório tradicional;
- As demonstrações são realizadas pelo próprio professor, não sendo necessária a presença de técnicos que o auxiliem;
- Não precisa de espaço próprio. Nesse caso, as atividades são desenvolvidas no horário de aula da disciplina. A sala de aula pode ser transformada momentaneamente em um laboratório didático;
- As atividades demonstrativas são mais rápidas, permitindo que a teoria e a prática possam conviver num mesmo ambiente;
- O grande número de alunos em sala de aula não inviabiliza as atividades demonstrativas.

Para finalizar, concluímos que o ensino da OG na região investigada necessita de mudanças e o próximo passo a ser dado é voltar à SRE-SSPARAÍSO e apresentar os resultados encontrados, pois, tanto a SRE, quanto alguns professores participantes deste trabalho se mostraram interessados em conhecê-los.

Além disso, sendo professor da rede estadual, considero importante que o meu esforço e o gasto dispensado pelo Estado com a minha qualificação deem algum retorno e, se possível, que ele busque melhorar o ensino da OG nas escolas de minha região.

---

<sup>6</sup> As características apresentadas são uma compilação retirada de diversos trabalhos científicos da área.

## APÊNDICE A

Questionário
<b>Dados Iniciais</b>
Atenção: Não é necessário identificar-se.
Nome da escola: _____
Grau de formação do docente: _____
Ano: _____.
Tempo de conclusão do curso superior: _____
Instituição graduação: _____ ( ) Pública ( ) Privada
Possui pós-graduação: ( ) sim ( ) não.
Se sim, qual: _____.
Tempo de magistério (experiência): _____.
Há quanto tempo leciona <i>Física</i> nesta escola? _____
Situação: ( ) Efetivo ( ) Designado
Idade: _____
Carga horária semanal em sala de aula: _____
Número de turmas: _____
Número de Escolas: _____
<b>Número de aulas de Física na escola onde leciona</b>
1 <sup>a</sup> série do Ensino Médio: _____
2 <sup>a</sup> série do Ensino Médio: _____
3 <sup>a</sup> série do Ensino Médio: _____

<b>Sobre o livro didático.</b>
Você adota algum livro didático: ( ) Sim ( ) Não
Se sim, qual livro é adotado: forneça os dados completos do livro. _____ _____
O livro adotado traz o conteúdo de OG? ( ) Sim ( ) Não
O livro adotado traz o conteúdo de Óptica física? ( ) Sim ( ) Não
<b>Perguntas do questionário</b>
1) Você considera importante os conteúdos da OG para alunos do ensino médio? Explique.
2) Você coloca no planejamento anual o estudo da OG?
3) Em qual série é trabalhado a OG? Em qual bimestre ela é trabalhada? Quanto tempo é dedicado a ela na disciplina de Física (número de aulas aproximado)?
4) O estudo da OG é trabalhado na íntegra? Se não, quais os conteúdos que você leciona?
5) No seu curso de graduação, você teve aulas de OG?
6) Você faz uso de atividades experimentais em suas aulas de OG? Explique.
7) A escola em que trabalha possui laboratório de Ciências e/ou Física?
8) Você realizou atividades experimentais de OG em sua graduação?
9) Você já fez algum curso de aperfeiçoamento profissional na área de Física?
10) Você gostaria de participar de algum curso de aperfeiçoamento profissional no conteúdo de OG: teoria e experimentação?



## APÊNDICE B

### Apresentação das Atividades Experimentais

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, os quais mostraram que o uso das AE no ensino da OG tem estado afastado do cotidiano do professor e do aluno do EM na região da SRE-SSPARAÍSO, desenvolvemos um kit de experimentos de OG que poderá servir de apoio aos professores, proporcionando a utilização de um recurso metodológico que auxilie a atividade docente. A necessidade e a importância das AE nas aulas de OG foram apontadas e destacadas pela maioria dos professores pesquisados e assim, este produto educacional também tem a finalidade de suprir a falta ou a não disponibilidade de laboratórios de Ciências/Física nas escolas públicas. As AE estão dentro da abordagem demonstrativa e a maioria dos experimentos foi confeccionada com material de baixo custo.

O kit é constituído de vinte experimentos e todos apresentam um roteiro estruturado do seguinte modo: nome do experimento, objetivo, descrição teórica, procedimento experimental, foto do experimento com alguns exemplos de utilização, um “para fazer” (atividade proposta) e também uma sugestão de pesquisa de acordo com cada AE. O kit foi desenvolvido para ser de fácil manuseio e transporte, e os experimentos estão dispostos em uma caixa conforme mostrado na Figura 5.



Figura 5 – Caixa contendo os experimentos de OG.

Além deste kit, também é apresentado no final deste apêndice o artigo que foi publicado na revista *A Física na Escola – vol. 13 – nº 1 – 2012* (SOUZA e NAZARÉ, 2012). Nele é descrito um programa de simulação de experimentos de OG que pode ser utilizado junto com os experimentos do kit. O programa ainda está em fase de desenvolvimento e atualmente permite simular quatro AE. O artigo se encontra no seguinte link: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol13/Num1/a09.pdf>.

## Atividade experimental nº 1

**Título:** Associação angular entre dois espelhos planos

### Objetivo

Verificar a relação entre o ângulo e o número de imagens formadas por dois espelhos planos.

### Descrição

O espelho plano é formado por uma superfície plana e lisa que reflete a luz incidente, refletindo raios na mesma direção. Produzem uma reflexão regular dos raios. Dois espelhos planos podem ser associados de forma que suas superfícies refletoras formem um ângulo  $\alpha$  entre eles, com  $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ . Nesta associação ocorrem várias reflexões e as imagens são formadas atrás de ambas as superfícies refletoras até que não possam servir de objeto para os espelhos associados. Assim, para cada ângulo formado entre os espelhos existe um número determinado de imagens (YAMAMOTO, FUKU, 2010, p.154 e 161). O observador também pode estar em qualquer posição frente aos espelhos, pois sempre enxergará as imagens. Observe a figura abaixo.

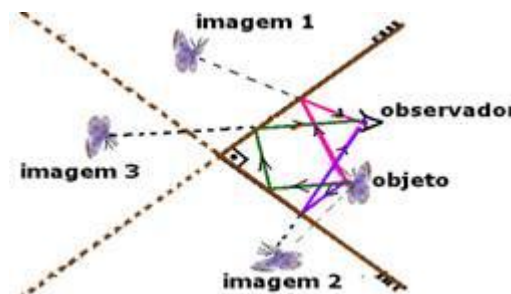


Figura 6 – Esquema sobre formação de imagens - Extraído do site: <http://www.fisicaevestibular.com.br/optica3.htm>. Acesso em 02 de jan de 2013.

### Procedimento experimental

Posicione os espelhos com certo valor para o ângulo entre eles. Depois coloque o objeto entre os espelhos (no plano bissetor entre os dois espelhos) e veja o número de imagens que são formadas. Faça variações no ângulo entre os espelhos e observe o número de imagens. Você também pode afastar ou aproximar o objeto dos espelhos e verificar o que acontece.

### Foto do experimento

A foto do experimento que acompanha o Kit está mostrada na imagem a seguir e também dois exemplos de utilização do mesmo.



Figura 7 – Foto da AE - Associação de dois espelhos planos

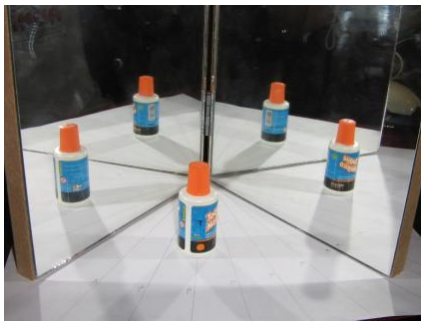


Figura 8 - Ângulo de 72° entre os espelhos



Figura 9 - Ângulo de 40°.

**Para fazer:**

Utilizando este experimento na aula sobre associação angular de espelhos planos, anote o número de imagens formadas entre os espelhos para os seguintes valores de ângulos apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Nota das observações

Ângulo entre os espelhos ( $\alpha$ )	Número de imagens formadas (n)
20°	
30°	
45°	
60°	
90°	
120°	

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise sobre a relação matemática entre o número de imagens formadas (n) e o ângulo ( $\alpha$ ) para este experimento.

## Atividade experimental nº 2

**Título:** Associação paralela entre dois espelhos planos

### Objetivo

Demonstrar que ao colocarmos dois espelhos paralelos com as faces refletoras uma de frente para a outra conseguiremos um número infinito de imagens formadas por estes espelhos. Cada imagem de um dos espelhos faz o papel de um novo objeto para o outro espelho.

### Descrição

A associação de espelhos se dá quando a luz refletida por um dos espelhos atinge o outro formando uma combinação de imagens refletidas. Podemos associá-los em paralelo e isto será demonstrado nesta atividade. Observe inicialmente a figura a seguir:

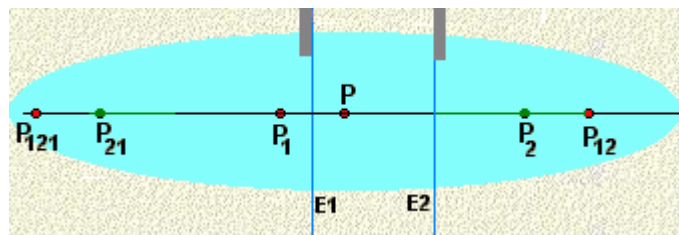


Figura 10 – Esquema da associação de espelhos planos

Observe que ao colocarmos um objeto qualquer P entre os espelhos dispostos paralelamente, observamos que a luz ao sair de P, incide em E1 e se reflete, originando a imagem P1. A luz agora refletida por E1, parte de P1 e será como um objeto para o E2 formando uma nova imagem no espelho E2, chamada de P12 e assim sucessivamente as imagens irão sendo formadas<sup>7</sup>.

### Procedimento

Para utilizar este experimento você deverá colocar os dois espelhos planos um de frente para o outro e depois escolher um objeto para ficar entre eles.

<sup>7</sup>O texto da descrição e a figura 10 da AE n.2 foram extraídos do site: [http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/09\\_OG02.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/09_OG02.asp). Acesso em 28/dez/12.

**Foto do experimento**

Figura 11 – Exemplo de uso da associação paralela de espelhos

**Para fazer**

Faça a figura mostrando a associação dos dois espelhos ( $E'$  e  $E''$ ) dispostos paralelamente e a formação de até quatro pontos imagens em cada um.

**Sugestão de pesquisa**

Qual a importância da associação paralela de espelhos planos? Ela pode ser utilizada em quais situações do cotidiano?

### Atividade experimental nº 3

**Título:** Anamorfose

**Objetivo**

Mostrar a utilização de espelhos cilíndricos para visualizar imagens disformes.

**Descrição**

Alguns experimentos utilizando a técnica da anamorfose datam do século XV e foram iniciados por Leonardo da Vinci. Ela se constitui em uma figura aparentemente disforme que, por reflexão num determinado sistema óptico (geralmente um espelho cilíndrico ou cônico, mas existem também piramidais), produz uma imagem regular do objeto que representa.

**Procedimento experimental**

Coloque as figuras sobre uma mesa, posicione o espelho cilíndrico no círculo da imagem e veja através do espelho a imagem correta.

**Fotos do experimento**



Figura 12 – Foto de Albert Einstein – Extraído do site:  
[http://www.ideachampions.com/weblogs/archives/2011/09/the\\_timeless\\_wi.shtml](http://www.ideachampions.com/weblogs/archives/2011/09/the_timeless_wi.shtml).  
Acesso em 14 de janeiro de 2013.



Figura 13 – Imagem da cidade do Rio de Janeiro – Extraído do site:  
<http://www.abeoc.org.br/2012/07/rio-de-janeiro-e-patrimonio-mundial/>  
Acesso em 14 de janeiro de 2013.

### **Para fazer**

Faça o download do software utilizado para modificar as imagens no endereço [www.anamorphosis.com](http://www.anamorphosis.com) e escolha imagens para produzir as anamorfozes. O programa é simples, interessante e fácil de baixar. Neste site há também um guia para o usuário em pdf.

### **Sugestão de pesquisa**

Selecione artigos sobre o tema anamorfose e veja as relações com outras áreas, como por exemplo, a matemática, artes, entre outras.



## Atividade experimental nº 4

**Título:** Câmara escura

### Objetivo

Demonstrar os princípios da OG: propagação retilínea e independência dos raios de luz.

### Descrição

Os dois primeiros princípios da OG são: Princípio da Propagação retilínea dos raios luminosos e Princípio da independência dos raios luminosos. O primeiro princípio diz que em meios transparentes, homogêneos e isotrópicos a trajetória de um raio de luz é retilínea. E o segundo princípio citado estabelece que os raios de luz, ao se cruzarem, seguem a sua trajetória independentemente e sem nenhuma alteração em suas características ((YAMAMOTO, FUKU, 2010, p.139-140).

### Procedimento experimental

A câmara escura consiste em uma caixa (ou outro objeto) de paredes internas opacas, com um pequeno orifício em uma de suas faces. Para realizar o experimento, coloque um objeto (vela acesa, por exemplo) de frente para o orifício da câmara e veja do lado oposto (papel vegetal) que a imagem refletida aparece de forma invertida.

### Foto do experimento

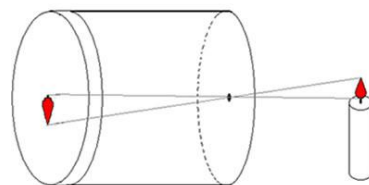


Figura 14 – Imagem ilustrativa da câmara escura. Extraído do site: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt10.htm>. Acesso em 10 jan. 2013

### Para fazer

Faça um esquema (desenho) de um objeto, de uma câmara escura e da imagem formada na parede oposta. Desenhe os raios de luz e escreva a relação entre o objeto, a imagem, distância do objeto à câmara e tamanho da câmara.



**Sugestão de pesquisa**

O diâmetro do orifício da câmara escura é importante? O que aconteceria com a imagem se o orifício fosse aumentado significativamente (YAMAMOTO, FUKU, 2010, p. 146).

O que acontece com a imagem se o objeto for aproximado ou distanciado da câmara escura? Por que deve ser usado papel de cor escura dentro da câmara? Por que a imagem formada é invertida?

## Atividade experimental nº 5

**Título:** Pente reflexivo

### Objetivo

Observar a reflexão e verificar a 2ª lei da reflexão da luz, que diz: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão ( $i = r$ ).

### Descrição

Reflexão é um fenômeno físico no qual ocorre a mudança da direção de propagação da luz (desde que o ângulo de incidência não seja de  $90^\circ$ ). Ou seja, consiste no retorno dos feixes de luz incidentes em direção à região de onde ela veio, após os mesmos entrarem em contato com uma determinada superfície refletora. Quando a luz incide sobre uma superfície e retorna para o meio em que estava se propagando, dizemos que ela sofreu reflexão. A reflexão pode ser de dois tipos: **reflexão regular**, quando os raios de luz incidem sobre superfícies totalmente polidas, e **reflexão difusa**, quando os raios incidem sobre superfícies irregulares. Essa última é a responsável pela percepção do ambiente que nos cerca.<sup>8</sup> Nesta atividade experimental iremos utilizar somente os conceitos da reflexão regular.

### Procedimento experimental

Coloque um espelho plano na posição vertical em cima de uma mesa e na frente do espelho coloque um pente com os dentes virados para baixo. Disponha uma lanterna de modo que a luz incida nos dentes do pente e atinjam o espelho. Observe os raios incidentes e refletidos no papel que está embaixo do espelho e do pente. Você poderá riscar no papel os raios incidentes e refletidos e depois medi-los com um transferidor.

### Foto do experimento

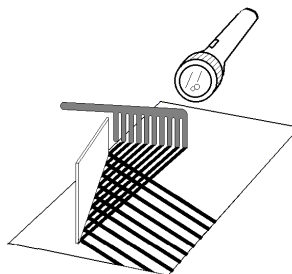


Figura 15 - Imagem ilustrativa – pente reflexivo<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Extraído do site: <http://www.mundoeducacao.com.br/fisica/reflexao-luz.htm>. Acesso em 09/12/2012.

<sup>9</sup> Extraído do site: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt03.htm>. Acesso em 13/12/2012.

**Para fazer**

Desenhe dois raios incidentes e dois raios refletidos no papel que está sob o espelho e o pente e depois com o auxílio de um transferidor meça os ângulos de incidência e de reflexão em relação à normal.

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise a diferença entre reflexão e refração descrevendo as duas leis da reflexão da luz e faça desenhos (esquemas) para representá-las.

## Atividade experimental nº. 6

**Título:** Imagens no espelho plano

### Objetivo

Demonstrar que a distância entre o objeto e o espelho é igual a distância entre a imagem e o espelho.

### Descrição

Um espelho plano é aquele que apresenta uma superfície de reflexão plana. São utilizados em várias situações do dia a dia e também em vários instrumentos de Óptica. A imagem formada de um objeto em um espelho plano é sempre virtual, direita e possui o mesmo tamanho do objeto real. Uma das principais propriedades de um espelho real é a simetria entre o ponto objeto e a imagem formada.

### Procedimento experimental

Coloque um objeto (uma moeda, por exemplo) em frente a um espelho plano e observe a imagem formada atrás do espelho. Coloque uma outra moeda sobre a imagem formada atrás do espelho e verifique que as distâncias são iguais.

### Foto do experimento

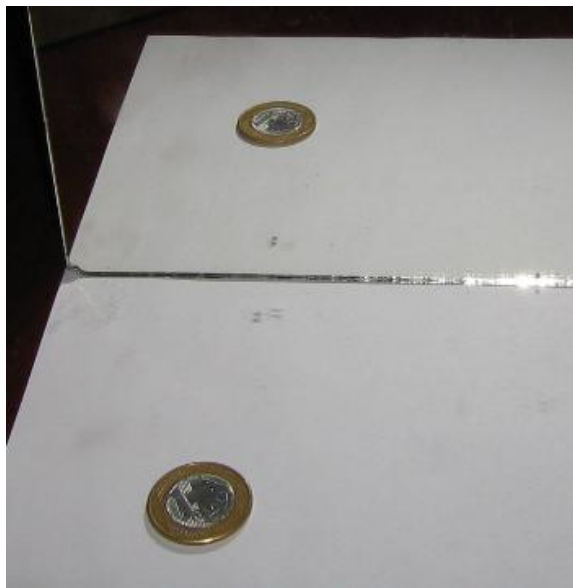


Figura 16 – Espelho, objeto e formação da imagem.

**Para fazer**

Faça com outros objetos e meça a distância entre o objeto e a imagem formada no espelho plano.

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise sobre qual o tamanho mínimo de espelho que você deverá utilizar para se ver de corpo inteiro e qual distância mínima que a borda do espelho deve estar do chão.

## Atividade experimental nº 7

**Título:** Reflexão da luz

### Objetivo

Observar a trajetória dos raios de luz por meio da reflexão, utilizando espelhos planos.

### Descrição

A reflexão da luz é um dos fenômenos comuns que envolvem a propagação de raios luminosos. Ela acontece quando um raio ou um feixe de luz, propagando-se em um meio, atinge uma superfície (espelho, por exemplo) e retorna para o meio que estava se propagando.

### Procedimento experimental

Coloque os espelhos planos dispostos como mostra a figura abaixo. Deixe o ambiente escuro e utilizando-se de um laser, incida luz sobre o primeiro espelho e com o auxílio de farinha espalhada entre os espelhos, observe a trajetória dos raios de luz.

### Foto do experimento



Figura 17 – Reflexão da luz em espelhos planos

### Para fazer

Disponha os espelhos em outros ângulos ou posições e observe a reflexão e a trajetória dos raios de luz.

### Sugestão de pesquisa

Pesquise sobre “campo visual de um espelho plano”. Faça desenhos representando um espelho, com a ocorrência de reflexão e demonstre por onde o raio de luz passa para atingir o observador.

## Atividade experimental nº 8

**Título:** Composição de cores

### Objetivo

Demonstrar o fenômeno da adição de cores utilizando LEDs nas cores vermelho, verde e azul.

### Descrição

As cores primárias das cores-luz são azul, vermelho e verde. As combinações surgidas de duas cores primárias são chamadas de cores secundárias. Nesta atividade será possível observar a combinação de cores e obter resultados práticos do experimento.

Para realizar o experimento foi montado um hardware com o qual é possível acionar LEDs de cada uma das cores-luz utilizado-se um controle remoto. Esse hardware utilizou a plataforma aberta de prototipação de eletrônicos Arduino<sup>10</sup> e utilizou os seguintes materiais:

- uma placa Arduino Mega, com microcontrolador ATmega1280<sup>11</sup>;
- um controle remoto infravermelho;
- um receptor infravermelho
- um LED azul;
- um LED vermelho;
- um LED verde;
- resistências para controlar a intensidade do brilho de cada LED;
- fios para conectar os componentes e
- uma protoboard<sup>12</sup> para organizar as conexões.

Após a montagem do hardware a placa foi programada para que conseguisse receber os comandos do controle, interpretá-los e, então, realizar a operação desejada. Essa programação foi feita na linguagem de programação do Arduino<sup>13</sup> e fez uso da biblioteca IRremote<sup>14</sup>, para a transmissão e recepção de sinais.

---

<sup>10</sup> <http://www.arduino.cc/>

<sup>11</sup> <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>

<sup>12</sup> Se desejar informações sobre a placa protoboard, acesse os links:

[http://java.icmc.usp.br/books/iec/html/extra\\_protoboards.html](http://java.icmc.usp.br/books/iec/html/extra_protoboards.html) e [http://pt.wikipedia.org/wiki/Placa\\_de\\_Ensaio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_de_Ensaio)

<sup>13</sup> <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>

<sup>14</sup> <https://github.com/shirriff/Arduino-IRremote>

### Procedimento experimental

Aponte a luz emitida pelos leds para uma folha branca. Utilize uma cor de cada vez, observe o resultado no papel e logo após faça as composições:

- vermelho e azul;
- vermelho e verde;
- verde e azul.

Então ligue os três leds e veja o que acontece. Você também pode utilizar um objeto opaco e colocar em frente às luzes e observar o resultado. Uma dica importante é que você deixe o ambiente o mais escuro possível para obter os resultados desejados.

### Foto do experimento

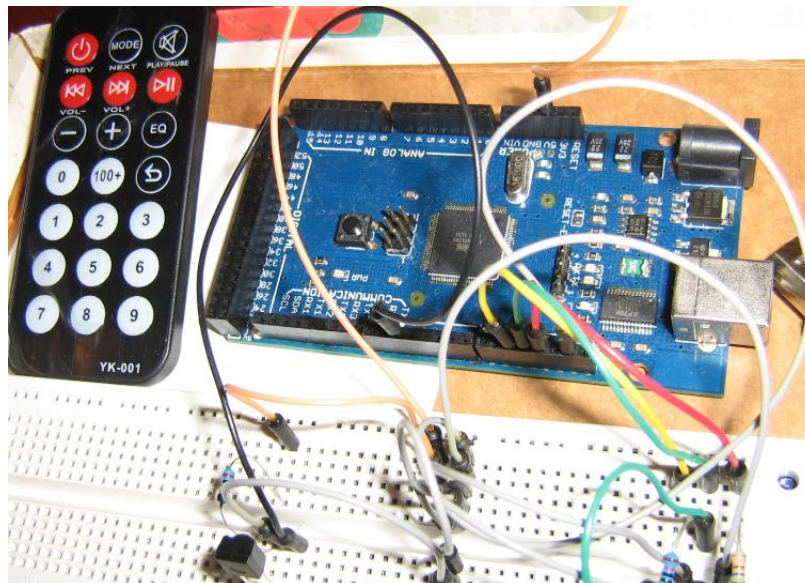


Figura 18 - kit programado para acender os leds.

As três figuras a seguir mostram os leds em funcionamento, evidenciando a emissão da luz vermelha, da luz verde e também um exemplo de composição de duas cores.

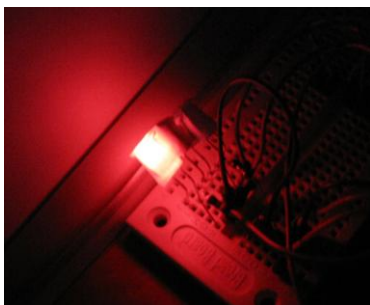


Figura 19 - Luz vermelha

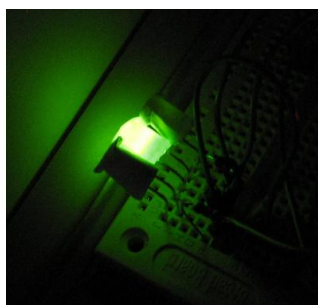


Figura 20 - Luz verde

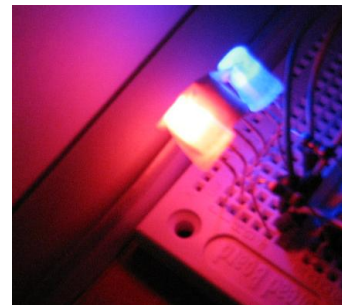


Figura 21 – Composição da luz vermelha e azul.



**Para fazer**

Escreva o resultado obtido dessa somatória de cores.

Vermelho + azul = \_\_\_\_\_

Vermelho + verde = \_\_\_\_\_

Verde + azul = \_\_\_\_\_

Vermelho + azul + verde = \_\_\_\_\_

**Sugestão de pesquisa**

Procure saber como as cores das imagens são projetadas na televisão.

## Atividade experimental nº 9

**Título:** Disco de Newton

### Objetivo

Mostrar que a luz branca é a mistura de todas as cores do espectro.

### Descrição

Isaac Newton demonstrou que a luz branca pode se decompor em cores diferentes, descobrindo o espectro visível. Utilizando-se de um prisma e de um feixe de luz branca incidindo sobre ele, obteve as seguintes cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Concluiu também que a luz do Sol, ao atravessar gotículas de água, produz um fenômeno conhecido por todos nós, o arco-íris. O processo inverso também foi realizado e observou-se que as cores em movimento resultam na cor branca.

### Procedimento experimental

Coloque o disco no aparelho (pequeno motorzinho ou um ventilador de mão), ligue-o para que gire velozmente e verifique a cor que o disco apresenta.

### Foto do experimento

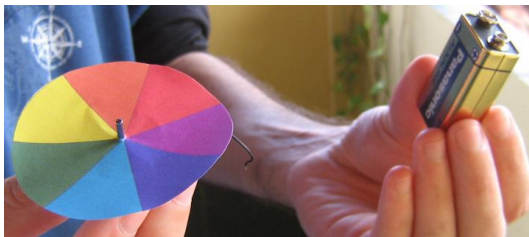


Figura 22 - Disco de Newton e bateria

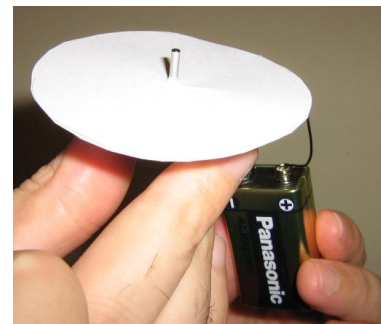


Figura 23 – Disco girando velozmente

### Para fazer

- Qual a cor que o disco apresenta quando está girando?
- Elabore um experimento que produza o arco-íris.

### Sugestão de pesquisa

Suponha que em um planeta qualquer, a luz incidente seja azul. É possível a formação do arco-íris neste planeta?

## Atividade experimental nº 10

**Título:** Laser e o filete de água – simulando os efeitos da fibra óptica.

### Objetivo

Demonstrar que o feixe de luz fica preso ao filete de água e mostrar o funcionamento da fibra óptica.

### Descrição

A fibra óptica é um fio fino de material transparente, no qual a luz que incide em seu interior percorra o fio sofrendo contínuas reflexões totais até encontrar a outra ponta. Além da luz, a fibra óptica pode também transportar sinais eletromagnéticos de telefone, TV e internet. Além das telecomunicações, é bastante utilizada também na medicina (KAZUHITO E FUKU, 2010, p. 194).

Para mostrar o seu funcionamento apresentamos o experimento a seguir composto de uma garrafa pet (com um furo na parte inferior) e o uso de um laser, mostrando que o feixe de luz emitido acompanha o movimento que o filete de água realiza ao sair pelo canudo colocado no furo da garrafa. É possível observar múltiplas reflexões da luz quando passa pelo filete de água e assim conhecer o princípio de funcionamento da fibra óptica.

### Procedimento experimental

Encha a garrafa pet com água, tampe-a e depois aponte o laser ligado do outro lado da garrafa até que este atinja o orifício do outro lado. Solte a água da garrafa e observe o resultado.

### Foto do experimento



Figura 24 – Utilizando o laser com o filete de água

### Para fazer

Faça novamente o experimento com outras cores de laser e observe o ocorrido.

**Sugestão de pesquisa**

Quem foi o inventor da fibra óptica? Pesquise também sobre o seu funcionamento, aplicações no cotidiano, vantagens e desvantagens. Escreva o nome de dois instrumentos da medicina que utiliza a fibra óptica.

## Atividade experimental nº 11

**Título:** Caleidoscópio

### Objetivo

Criar várias imagens com agradáveis efeitos visuais através do movimento do tubo deste instrumento óptico.

### Descrição

O caleidoscópio (kalós = belo, eidos = forma, skopeîn = olhar) é um instrumento de óptica que produz belas imagens por reflexão em seu interior (KAZUHITO E FUKU, 2010, p. 163). É formado por um pequeno tubo e três espelhos dispostos de forma inclinada e paralelos a determinada direção. No fundo são colocados pedaços coloridos de vidro ou outro material e quando se movimenta o tubo, visualizam-se diferentes figuras que se formam em arranjos simétricos.

### Procedimento experimental

Coloque diante de uma fonte de luz (local com claridade) o caleidoscópio e observe o interior do tubo através do furo na outra face (tampa). Faça rolar lentamente o aparelho e veja um espetáculo de imagens.

### Foto do experimento



Figura 25 – Caleidoscópio

### Para fazer

Sugerimos a construção de um caleidoscópio com materiais de baixíssimo custo para que depois possam ser observadas as infinitas e belas imagens deste interessante instrumento.

### Sugestão de pesquisa

Quem foi o inventor do caleidoscópio?

Os espelhos podem ser dispostos em quais valores de ângulos? Qual o mais utilizado e qual o número de imagens duplicadas?

## Atividade experimental nº 12

**Título:** Luneta

### Objetivo

Mostrar a construção de uma luneta de baixo custo que poderá ser utilizada nas aulas de Física para observação de objetos e até corpos celestes, como as crateras da Lua.

### Descrição

Instrumentos ópticos são dispositivos que auxiliam a nossa visão. Um destes dispositivos é a luneta, que é utilizada para observar objetos a longas distâncias. Ela é composta por duas lentes: uma chamada objetiva e a outra ocular.

### Procedimento experimental

O procedimento de uso é fácil e você só terá que escolher o objeto que deseja observar, regulando o foco para melhor observação do mesmo.

A seguir são descritos os materiais que foram utilizados na construção da luneta e os procedimentos de montagem.

Quadro 8 - Materiais necessários para construção da luneta

Quantidade	Unidade	Descrição	Utilização
0,5	M	Tubo PVC 50 mm	Corpo da luneta
0,5	M	Tubo PVC 40 mm	Corpo da luneta
2	Peça	Luva redução (50x40)mm	Encaixe da ocular no corpo da luneta
2	Peça	Luva 50 mm	Ocular e objetiva
1	Peça	Feltro auto adesivo	Ajuste do foco
1	Peça	Spray tinta preto fosco	Pintura interna do tubos e conexões
1	Peça	Cartolina preta	Redução da aberração cromática
3	Peça	Lupa 50 mm	Lentes da ocular
1	peça	Lente de óculos 2° +	Lente objetiva
2	Peça	Anel de vedação 40 mm	Separador das lentes da ocular
1	Peça	Lixa para tubo PVC	Lixar tubos e conexões se necessário.
1	Peça	Estilete ou tesoura	Cortar a cartolina e feltro.

**Montagem:**

1. Pinte os dois tubos e as conexões por dentro utilizando o spray. Espere secar;
2. Corte um pedaço do feltro auto-adesivo e cole na extremidade externa do tubo de 40 mm contornando seu diâmetro;
3. Corte um pedaço do feltro auto-adesivo e cole na extremidade interna do tubo de 50 mm contornando seu diâmetro;
4. Coloque a extremidade (sem o feltro) do tubo de 40 mm na extremidade (sem o feltro) do tubo de 50 mm. Encaixe os tubos até as extremidades com feltros se encontrarem;
5. Recorte um disco de cartolina preta com diâmetro de 50 mm e faça um furo nele com diâmetro de 25 mm no centro;
6. Coloque a lente de óculos já com o disco de cartolina preto na sua parte côncava e insira-a dentro de uma luva de 50 mm, com a parte convexa para dentro da luva;
7. Coloque a luva com a lente de óculos na extremidade do tubo de 50 mm, travando a lente de óculos com o tubo PVC;
8. Retire as lentes das lupas. Serre borda para que possa desencaixar a lente;
9. Na outra extremidade da luneta (tubo de 40 mm), encaixe a luva de redução de (50x40) mm;
10. Com a outra luva de redução serre a extremidade de 40 mm;
11. Na segunda luva de 50 mm, do lado maior, encaixe na ordem, uma lente de lupa, um anel de vedação, uma lente de lupa e fixe com a segunda luva de redução, travando a lente;
12. Do outro lado da luva coloque na sequência um anel de vedação e uma lente de lupa;
13. Finalize encaixando o conjunto na luva de redução do corpo da luneta para travar a lente de lupa.
14. Certifique-se que as lentes não estão soltas dentro da luneta, apertando bem as junções.<sup>15</sup>

**Foto do experimento**

Figura 26 - Luneta

<sup>15</sup> Os materiais necessários para a construção da luneta e os passos de montagem foram fornecidos por: Artur Justiniano e Daniel Germinaro – Unifal – MG.

**Para fazer**

Construa uma luneta com materiais de baixo custo. Para sua construção observe o Procedimento experimental desta atividade.

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise sobre a luneta de Galileu e também sobre a luneta astronômica.



## Atividade experimental nº 13

**Título:** Periscópio

### Objetivo

Visualizar objetos que não estejam em nossa visão direta, ou seja, que não estão no mesmo nível dos olhos. Verificar que este instrumento óptico tem como princípio básico a reflexão da luz.

### Descrição

A associação de espelhos planos nos permite construir vários aparelhos, entre eles o periscópio. Periscópio é um instrumento utilizado para ver objetos que não estão em nossa linha de visão. É um instrumento constituído basicamente de dois espelhos inclinados ( $45^\circ$ ) e seu uso é fundamental nos submarinos, pois são usados para observar objetos que estejam acima da superfície da água.

### Procedimento experimental

Posicione o periscópio na vertical fazendo com que os raios provenientes do objeto penetrem na abertura de cima e observe a imagem formada na parte de baixo do instrumento.

### Foto do experimento



Figura 27 - Periscópio

### Para fazer

Construa um periscópio utilizando uma caixa retangular de papelão e dois pequenos espelhos.

### Sugestão de pesquisa

É possível utilizar outros valores de ângulos (diferentes de  $45^\circ$ ) neste instrumento? Ele funcionaria da mesma forma?

Pesquise também sobre os periscópios de submarinos e o que pode ser usado no lugar dos espelhos.

## Atividade experimental nº 14

**Título:** Túnel óptico infinito

### Objetivo

Conhecer este instrumento e verificar a impressionante ilusão de óptica que se forma ao se olhar em seu interior.

### Descrição

Este instrumento óptico consiste em um espelho comum, vários leds e uma superfície reflexiva (vidro semitransparente).

### Procedimento experimental

Ligue o plug dos leds na tomada e observe a imagem formada na parte visível do túnel.

### Foto do experimento



Figura 28 – Túnel Óptico Infinito

### Para fazer

Crie um tubo infinito feito com material de baixíssimo custo.

### Sugestão de pesquisa

Como acontece este efeito no tubo óptico?

## Atividade experimental nº 15

**Título:** Espelhos esféricos – côncavo e convexo

### Objetivo

Mostrar a formação de imagens em espelhos esféricos.

### Descrição

Quando um raio de luz incide em um espelho plano, ele reflete com o mesmo ângulo com o qual incidiu em relação à normal. No entanto, quando utilizamos um espelho côncavo, isto não ocorre. Uma das propriedades dos espelhos côncavos é que os raios incidentes e paralelos ao eixo principal desse espelho refletem passando pelo foco do mesmo. O foco é a metade da distância do raio de curvatura do espelho.

### Procedimento experimental

Utilizando um laser, faça incidir em um espelho côncavo um raio de luz e observe que o raio refletido passa pelo foco. Você também pode utilizar um pente e uma lanterna para formar vários feixes luminosos paralelos e fazê-los incidir no espelho côncavo.

### Foto do experimento

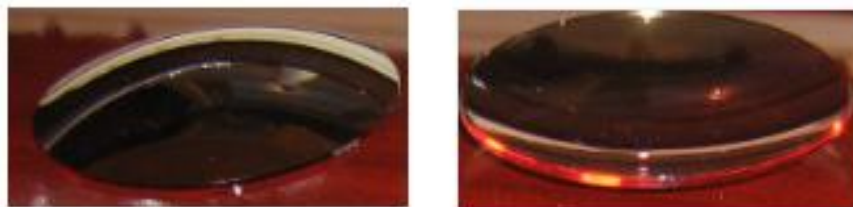


Figura 29 – Espelhos côncavos e convexos

### Para fazer

Represente em uma folha o espelho côncavo, o raio de curvatura, o foco e o eixo principal. Desenhe raios paralelos partindo de um objeto qualquer passando pelo foco.

Utilizando um espelho convexo faça o mesmo e veja a diferença entre os dois espelhos esféricos citados.

### Sugestão de pesquisa

Pesquise sobre a construção de imagens em espelhos esféricos côncavos e convexos e escreva sobre a diferença das imagens formadas.

Procure saber sobre o ponto cego dos espelhos retrovisores.

A fim de reforçar o tema desta AE apresentamos o experimento denominado **mirascópio**. A utilização deste é bastante simples, sendo necessário apenas colocar um objeto pequeno dentro do mesmo e posicioná-lo de maneira a formar um ângulo de  $45^\circ$  com o olho do observador. Neste experimento dois espelhos côncavos são associados de forma que o vértice de um coincida com o foco do outro, projetando uma imagem real do objeto observado. A figura a seguir mostra a foto do experimento e os raios projetados no interior dos espelhos côncavos.

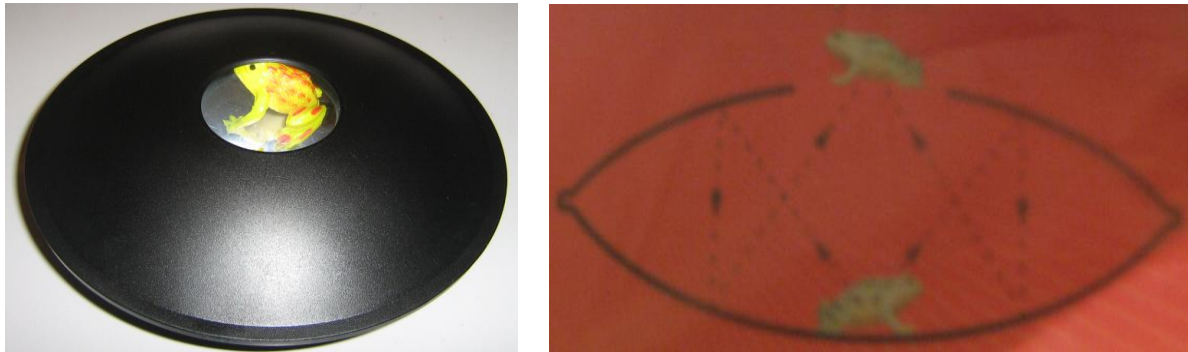


Figura 30 – Mirascópio e esquema dos raios projetados no interior dos espelhos

## Atividade experimental nº 16

**Título:** Lentes

### Objetivo

Observar as lentes convergente e divergente com o auxílio da incidência de raios luminosos.

### Descrição

As lentes são formadas por materiais transparentes e elas podem ser classificadas, de acordo com sua construção, como lentes convergentes e divergentes.

Quando a lente está no ar ou em qualquer meio menos refringente que o seu material, as lentes convergentes são mais grossas na parte central que nas bordas. O contrário ocorre nas divergentes que são delgadas no seu centro e mais grossas nas extremidades. Exemplos de lentes convergentes são lupas e lentes para corrigir hipermetropia. Lentes divergentes são encontradas em olho-mágico de portas e em óculos para correções da miopia. Outra classificação é feita em termos da geometria da lente. Caso as duas superfícies sejam côncavas a lente é chamada bicôncava. Se as duas superfícies são convexas tem-se uma lente biconvexa. Sendo uma superfície plana e outra convexa tem-se uma lente plano-convexa e assim por diante.<sup>16</sup>

### Procedimento experimental

Posicione uma das lentes e logo após faça incidir raios de luz paralelos e observe o resultado. Faça também com a outra lente o mesmo procedimento.

### Foto do experimento



---

<sup>16</sup> Extraído do site:

[http://webfis.zoo.ibilce.unesp.br/cdf/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=92:lentes&Itemid=59](http://webfis.zoo.ibilce.unesp.br/cdf/index.php?option=com_k2&view=item&id=92:lentes&Itemid=59). Acesso em 14/12/2012.

Figura 31 – Lentes convergentes e divergentes

**Para fazer**

Como calcular a distância focal de uma lente convergente?

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise sobre os vários tipos de lentes, desenhe-as e observe como elas são representadas nos livros de Física.

## Atividade experimental nº 17

**Título:** A lupa

### Objetivo

Demonstrar que os raios luminosos provenientes do Sol, ao atravessarem a lupa, convergem em um único ponto, chamado foco. Com a concentração da energia do Sol no ponto formado é possível queimar algum objeto.

### Descrição

A lupa é um instrumento óptico composta de uma única lente esférica. Ela cria imagens virtuais ampliadas e é considerada um microscópio simples. No entanto, não pode ser utilizada para visualizar objetos muito pequenos, que não são visíveis a olho nu. Normalmente é composta por uma lente biconvexa, convergente, de pequeno foco.

### Procedimento experimental

Em um dia ensolarado, segure a lupa na direção do Sol apontando para um papel ou uma folha seca de uma árvore e observe que os raios incidentes convergem para um único ponto. Verifique o que ocorre após algum tempo.

### Foto do experimento



Figura 32 – Utilizando a lupa e queimando o papel

### Para fazer

Faça o experimento acima utilizando outros materiais como, por exemplo, bexigas de festa e veja o resultado.

### Sugestão de pesquisa

Pesquise sobre como fazer uma lente de aumento utilizando uma gota d'água. Faça este experimento e observe letras e/ou palavras de seu livro.

## Atividade experimental nº 18

**Título:** Cartões furados

### Objetivo

Demonstrar que os raios de luz se propagam em linha reta.

### Descrição

A luz, para a maior parte dos fenômenos cotidianos, propaga-se em forma de raios. Estes são compostos de partículas (fótons), e se propagam sempre retilineamente a partir da fonte. Em algumas situações, a luz também pode comportar-se como onda.<sup>17</sup>

### Procedimento experimental

Alinhe os cartões de acordo com a posição indicada na figura abaixo. Ligue a lanterna e faça a luz incidir sobre os cartões.

### Foto do experimento

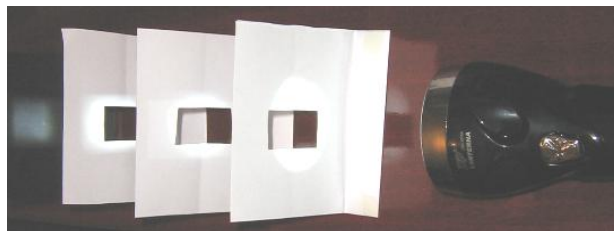


Figura 33 – Incidência de luz nos cartões furados

### Para fazer

Retire qualquer um dos cartões do alinhamento e escreva o que acontecerá. Neste caso a luz pode se propagar em trajetória curva? O que se conclui sobre a propagação da luz?

### Sugestão de pesquisa

Pesquise sobre o primeiro princípio da OG e também sobre a formação de sombra e penumbra. Faça desenhos (esquemas).

---

<sup>17</sup> Descrição retirada do site: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt02.htm>



## Atividade experimental n° 19

**Título:** Refração da luz.

### Objetivo

Demonstrar que ao passar de um meio para outro a luz sofre um desvio e o objeto parece estar deformado. Isso mostra que além de sofrer variação da velocidade, pode estar ocorrendo também alteração na velocidade de propagação da luz.

### Descrição

A refração da luz ocorre quando um raio de luz passa de um meio para outro, ocorrendo mudança na sua velocidade e também desvio na direção de propagação. Isto ocorre se a incidência for oblíqua, e caso a incidência for perpendicular (normal), não ocorrerá desvio na direção de propagação. Vale ressaltar aqui uma importante característica deste tema que é o índice de refração. Como exemplo podemos falar da água e do ar que possuem índices de refração diferentes e essa diferença é que indicam o quanto o objeto se deformará.

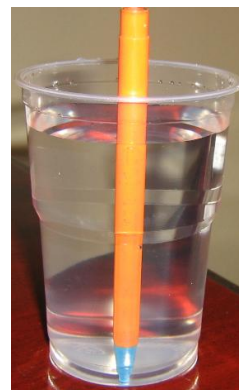
### Procedimento experimental

Pegue um copo com água e um canudo ou um lápis. Encha o copo com água e depois coloque o objeto escolhido dentro do copo. Primeiramente segure o objeto de forma perpendicular e depois de forma oblíqua. Observe o que ocorre com as imagens formadas dentro do copo.

### Foto do experimento



(a)



(b)

Figura 34 – (a) Demonstração do fenômeno da refração e em (b) refração com objeto posicionado com ângulo de  $90^\circ$ .

**Para fazer**

Faça o experimento utilizando outros líquidos e também com outros materiais e observe os resultados.

**Sugestão de pesquisa**

Pesquise sobre a lei de Snell e faça esquemas para representar o que aconteceu com esta atividade experimental.

## Atividade experimental nº 20

**Título:** Ilusões de Óptica

### Objetivo

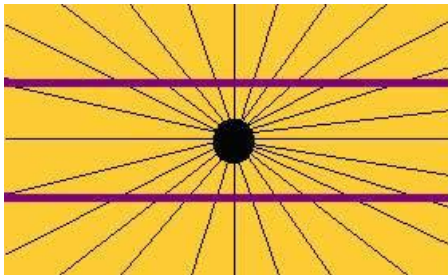
Demonstrar várias imagens com ilusões de Óptica<sup>18</sup> e apresentar um software para a criação de ilusões em movimento, a fim de despertar no aluno a atenção, a observação e o prazer em estudar o conteúdo.

### Descrição

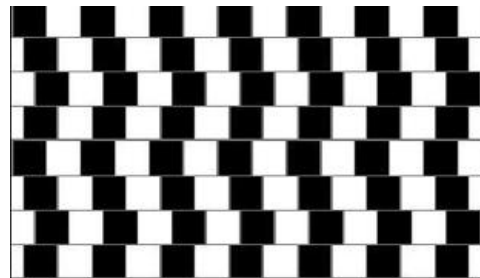
As ilusões de Óptica são imagens que enganam a nossa visão. Faz com que enxerguemos imagens que não estão presentes ou faz com que as enxerguemos de forma errada. As imagens ao serem transmitidas ao cérebro podem ter várias interpretações, sejam elas naturais ou recriadas. A essas interpretações damos o nome de ilusão de óptica.

### Foto do experimento

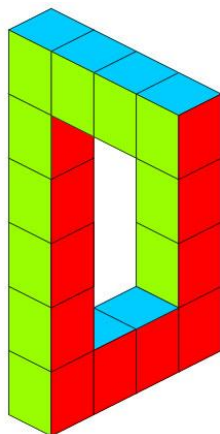
(a)



(b)



(c)



(d)

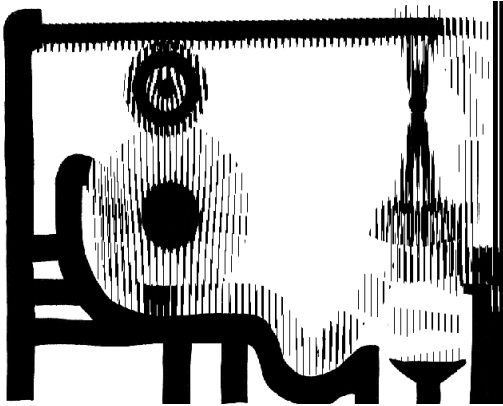


Figura 35 (a), (b), (c) e (d) – Exemplos de ilusões de óptica.

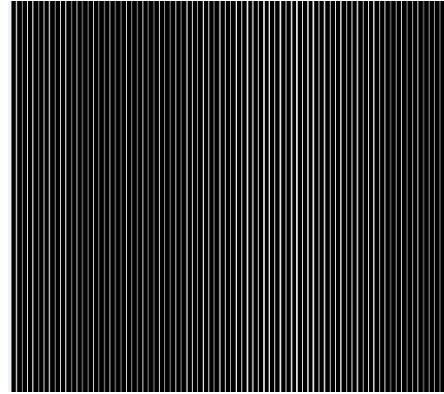
<sup>18</sup> As quatro figuras da AE n. 20 foram retiradas do site: [http://ensinarevt.com/ilusoes\\_optic/](http://ensinarevt.com/ilusoes_optic/) Acesso dia 12/12/2012.

### Criador de ilusão animada

(a)



(b)



(c)



Figura 36 – (a), (b) e (c) – Imagem de ilusão de óptica animada.

Neste exemplo temos primeiramente uma figura e depois com o auxílio de uma folha listrada impressa em papel transparente é possível criar a animação e verificar o resultado.

#### Para fazer

Acesse o site que contém o programa, faça o download para o seu computador e crie novas ilusões animadas. Você pode também utilizar imagens com a extensão gif e abri-las no programa, que pode ser encontrado em:

<http://www.sharewareconnection.com/software.php?list=Animated+Illusion+Creator+V11>

#### Sugestão de pesquisa

Pesquise sobre o tema ilusão de óptica e procure mais exemplos de figuras.



**Antonio Marcos de Souza**  
Mestrando em Ensino de Ciências  
Universidade Federal de Itajubá,  
Itajubá, MG, Brasil  
E-mail: marcosa@com4.com.br

**Tiago Santana de Nazaré**  
Bacharelado em Ciências de  
Computação  
Universidade de São Paulo, São Carlos,  
SP, Brasil  
E-mail: tiagosn@grad.icmc.usp.br

O computador vem, nos últimos anos, demonstrando indispensável contribuição na sociedade em geral e sobretudo na área educacional. Embora o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) seja uma ferramenta de extrema importância, ela ainda é pouco explorada no dia-a-dia das escolas brasileiras. Tal fato se deve a diversos motivos, como falta de treinamento dos professores na manipulação de ferramentas eletrônicas e a dificuldade na manipulação e instalação de programas, dentre outros. Por isso, saber usar as tecnologias conscientemente é um grande desafio para os educadores atuais e uma ferramenta de grande importância na educação, pois

É indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras. [1]

De acordo com os PCN+ [2], o uso adequado dos diversos meios tecnológicos, entre eles o computador, torna-se imprescindível para a educação.

Devemos fazer com que o uso das TIC's enriqueça as aulas e assim a informação se torne mais acessível e completa. O uso consciente das tecnologias em sala de aula pode proporcionar resultados surpreendentes e as aulas se tornarão mais motivadoras, tanto para o aluno quanto para o professor.

Segundo Kenski, "As tecnologias são indispensáveis para a educação, ou melhor, que educação e tecnologias são indissociáveis" [3]. Devemos utilizar a tecnologia a fim de favorecer e auxiliar o aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Verificamos, no cenário atual, que algo deve ser feito para auxiliar os professores que trabalham o conteúdo de ciências, em especial a física.

Levando-se em consideração que muitas escolas não possuem ou não utilizam laboratórios de óptica e também não possuem programas de computador educativos que simulem fenômenos de física, a criação de um programa de simulação foi uma alternativa encontrada para suprir a falta de contato do aluno com experimentos práticos e a carência de materiais didáticos.

Acreditando que, com o auxílio do computador, as aulas de física poderão despertar maior interesse nos alunos, apresentamos um programa com simulações de experimentos de óptica. As simulações estão relacionadas com as aulas teóricas e visam a colaborar na motivação e no aprendizado dos alunos das séries que estão estudando o conteúdo de óptica, sejam eles do Ensino Fundamental ou Médio. Acreditamos que este trabalho possa ser útil para o desenvolvimento e uso de novos programas na área de ciências exatas. Ele demonstra que a tecnologia, tão presente no dia a dia dos jovens estudantes, pode ser usada como forma de estudo da óptica.

#### Descrição e utilização do programa

Em grande parte, os professores, como citado anteriormente, se sentem incomodados em fazer uso de ferramentas ligadas às tecnologias de informação. Pensam que será difícil fazer instalações de programas e não conseguirão manipulá-los. Considerando as várias dificuldades que os professores encontram no uso das TIC's, decidimos criar um programa que seja de fácil acesso e bastante interativo. Com dois cliques apenas, o usuário poderá acessá-lo e começar as suas simulações. O programa intitula-se *Lab Óptica - Laboratório de Simulações de*

Este trabalho apresenta um programa de computador que tem por objetivo auxiliar o estudo da óptica. O programa chamado *Lab Óptica - Laboratório de Simulações de Óptica* é gratuito, de fácil instalação e uso. Ele traz simulações e exercícios que podem contribuir para o aprendizado do conteúdo e despertar interesse nos alunos.



Óptica, está hospedado no site Sourceforge e pode ser acessado no endereço <https://sourceforge.net/projects/laboptica/>. Todos podem descarregar o programa e usá-lo em seu computador. Depois da descarga, é necessário apenas um duplo clique e o programa aparece na tela.

Por ter sido desenvolvido na linguagem de programação Java, este programa pode ser executado em diversos sistemas operacionais, como Windows, Linux e Mac OS, entre outros. Seu uso é livre e gratuito e seu código-fonte está disponível para descarga e modificação sob a licença GNU [4].

A primeira tela que aparecerá (onde o usuário encontrará as simulações) é a mostrada na Fig. 1.

Na parte superior da tela vemos quatro guias: refração, reflexão, disco de Newton e reflexão em espelhos esféricos. Em cada uma dessas guias há simulações relativas aos conteúdos estudados na parte teórica. Com o auxílio deste programa pode-se realizar testes, utilizando vários exemplos de ângulos, complementando assim o conteúdo e suprimindo a falta de um laboratório didático de ciências em sua escola.



Figura 1 – Tela das simulações do programa *Lab Óptica* – refração da luz.



Figura 2 – Tela das simulações do programa *Lab Óptica* – reflexão da luz.

Na primeira guia temos o conteúdo sobre refração. Ao acessá-la, o usuário pode fazer simulações e testes com vários tipos de ângulos, ação que na teoria e com uso apenas de cadernos seria bastante trabalhosos.

Na segunda guia, que representa a reflexão da luz, pode-se trabalhar e verificar que o ângulo de incidência é igual ao de reflexão, conforme mostra a Fig. 2.

Outro exemplo para o estudo da refração da luz é o disco de Newton e a formação do arco-íris. Para não precisar confeccionar este disco, pode-se acessar a terceira guia e fazer os testes. A Fig. 3 mostra a tela com o disco de Newton e os exercícios que acompanham este conteúdo.

Este programa também possui exercícios referentes a cada tema do conteúdo programático para que os alunos, depois de trabalharem as simulações, possam re-

solver exercícios de física, os quais estão presentes nos principais vestibulares e, dessa forma, aplicar o que aprendeu com o uso do *Lab Óptica*. Ao final de cada exercício ele poderá pedir a resposta e somente quando acertar um exercício aparecerá o seguinte.

Depois disso, o aluno pode escolher qual tema deseja acessar para visualizar e interagir, fazendo assim uma revisão das aulas teóricas, elaborando simulações e resolvendo exercícios.

Após trabalhar todos os conteúdos, os alunos podem - e devem - na aula seguinte, fazer comentários sobre o programa, tirar dúvidas sobre o conteúdo estudado, pedir ao professor a correção dos exercícios e, o mais importante e legal, contribuir com mais exemplos de simulações e exercícios para o *Lab Óptica*.

**Considerações finais**

A óptica é uma área da física muito importante, pois está relacionada com o cotidiano dos alunos, des-

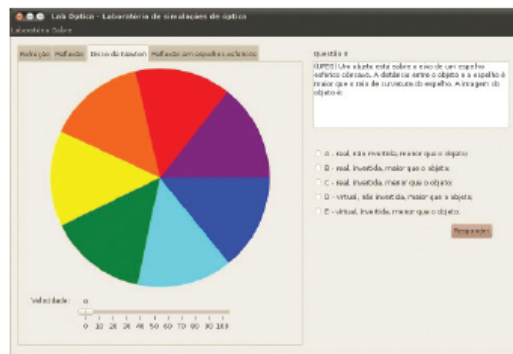


Figura 3 – Tela da simulação do disco de Newton com o botão velocidade.

perta muitas curiosidades e requer cuidados para a sua aprendizagem. Para uma formação ampla e efetiva, a utilização de recursos computacionais, que estimule o estudo de forma mais interativa, poderá ser uma ferramenta muito útil que contribuirá para o aprendizado do aluno no Ensino Fundamental e Médio.

Uma dica para o professor de física é que, a partir desta iniciativa, ele também busque meios para incrementar as aulas, procurando atingir o aluno sobre todos os ângulos, tornando o aprendizado mais atraente, refratando raios de várias cores em suas aulas, para assim refletir, em qualquer tipo de espelho e em todos os ambientes de estudos, a motivação e o interesse que professor e aluno devem demonstrar no dia a dia.

O intuito deste trabalho foi demonstrar uma pequena iniciativa dos autores para incentivar o uso das TIC's na sala de aula, de maneira simples e objetiva, mostrando a importância das simulações para complementar as aulas teóricas, a fim de que, assim, se construa um ensino mais dinâmico e atraente na área das ciências exatas.

**Referências**

[1] Brasil, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (MEC, Brasília, 1997).  
 [2] Brasil, *PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Humanas e suas Tecnologias* (MEC/Semtec, Brasília, 2002).  
 [3] Vani M. Kenski, *Educação e Tecnologias: O Novo Ritmo da Informação* (Papirus, São Paulo, 2007).  
 [4] GNU General Public License, <http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A. N. **Contribuições formativas do laboratório didático de Física sob o enfoque das racionalidades**. 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- ARRUDA, S.M.; CARVALHO, M.A.; PASSOS, M.M.; SILVEIRA, F.L. Dados comparativos sobre a evasão em Física, matemática, química e biologia na Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3 p. 418-438, dez. 2006.
- BARROS, P.R.P.; HOSOUME, Y. Um olhar sobre as atividades experimentais nos livros didáticos de Física. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 288, Curitiba. **Atas...**2008. p. 1-12.
- BARROSO, M. F; FALCAO, E. B. M. Evasão Universitária: o caso do Instituto de Física da UFRJ. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas. **Atas...** 2004. p. 1-14.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1982.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9394/96**. Brasília, DF, 1996.
- \_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 1998.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF, MEC/SEB, 2000.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **PCN+ - Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. MEC – SEMTEC, 2002.
- \_\_\_\_\_, **Programa Nacional do Livro Didático de 2012. Guia de livros didáticos: Física**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2011.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Física: catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM 2009**. Brasília: MEC, 2008.
- \_\_\_\_\_, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC/SEB, v. 2, 135 p. 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Estatísticas dos Professores no Brasil**. Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Estudo exploratório sobre o professor brasileiro com base nos resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2007**, Brasília, 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Secretaria de Educação Básica. **Escassez de professores no Ensino Médio: Propostas estruturais e emergenciais**. Brasília, 2007.

COELHO, M.F.F. **A influência das concepções de professores de Física sobre a sua prática docente (no processo ensino-aprendizagem)**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

COUTO, F.P.; AGUIAR JÚNIOR, O. Conflitos e lacunas entre o sugerido e o realizado: características das atividades experimentais nos livros de Física selecionados pelo PNLEM e as orientações dos PCNs. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 245, Curitiba. **Atas ...** 2008. p. 1-13.

DANTAS, C. R. S.; NOBRE, F.A.S.; SILVA, D.G. Uma outra sequência de conteúdos para o ensino de mecânica em uma perspectiva conceitual. **Caderno Cultura e Ciência**. Ano IV – vol. 1, n.1, 2009.

FAZZIO, A. *et al.* **Ciência para um Brasil competitivo: o papel da física: estudo encomendado pela CAPES visando maior inclusão da física na vida do país**. Brasília: CAPES, 2007.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

GARCIA, T. M. F. B.; SILVA, E. F. Livro didático de Física: o ponto de vista de estudantes do ensino médio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 9., 2009, Paraná. **Anais Eletrônicos...PUCPR**, 2009. p. 8595-8606. Disponível em: [http://www.isad.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627\\_2034.pdf](http://www.isad.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627_2034.pdf). Acesso em 20 nov. 2012.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10 (2), pp. 227-254, 2005.

GASPAR, A. **Compreendendo a física: ensino médio**. São Paulo: Ática, 2009.

HEINECK, R.; VALIATI, E.R.A.; ROSA, C.T.W. Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42/6, 10 de mayo de 2007.



KELLER, J. *et al.* Teses e dissertações defendidas no PPEGC (UFSC): uma investigação da produção científica com enfoque na abordagem metodológica. In: VI Congresso nacional de excelência em gestão. Niterói, RJ. **Anais Eletrônicos...** Ago.2010. p.2-17. Disponível em: [http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10\\_0326\\_1202.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0326_1202.pdf) Acesso em 30 de nov. de 2012.

LIMA, V.M.R. *et al.* Apresentação e avaliação de material de sustentação e experimentação em ensino de Física. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 4, n.1, pp. 7-22, 2009.

MAIA, C.G. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialista em Ensino de Ciências por Investigação). Programa de Pós Graduação da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte: dez.2007.

MARQUES, L.R. **O perfil dos professores de Física da rede estadual do ensino médio do município de Ribeirão Preto e suas concepções sobre a contextualização no ensino**. 2008. 148f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro Universitário Moura Lacerda, CUMML, Ribeirão Preto, 2008.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **CBC: Conteúdo básico comum de física para o ensino médio**. Educação básica. Belo Horizonte: 2005.

MOREIRA, A.C.S. **Uma visão Vygotkskyana das atividades experimentais de Física publicadas em revistas de ensino de ciências**. 2011, 101f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, UFB. Instituto de Física: Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, BA, 2011.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

NEVES, J.L. Pesquisa Qualitativa: características, uso e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**. v.1, n.3, p.1-5, 1996. São Paulo. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>. Acessado em 18/07/2012.

NUNES, A.O. **O ensino de óptica no nível fundamental: uma proposta de ensino-aprendizagem contextualizada para a oitava série**. 2006. 148f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal,RN, 2006.

OLIVEIRA, C.L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**. Cascavel, PR. n.4, p.1-16, 2008.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, RS, v.12, n.1, p.139-153, jan./jun. 2010.

OSTERMANN, F. A Inserção da Física Moderna no Nível Médio: um projeto que visa à introdução do tema da supercondutividade em escolas brasileiras. **Caderno de Física da UEFS** 04 (01 e 02), pág. 81-88, 2006.

PARANÁ. Governo do Estado. Secretaria Estadual de Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental**. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação, 2007.

PEREIRA, A.R.; ALVES, J.P.G.; DUTRA, J.C.B.; ORTIZ, J.S.E. Perfil dos professores de Física no ensino médio na região de Catalão – Goiás. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, ES. **Atas...** 2009.

PESSANHA, M.C.R.; COZENDEY, S.G.; SOUZA, M.O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n.4, 4503 (2010).

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

PINHO ALVES, J. F<sup>o</sup>. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p.174-188, ago. 2000.

PIRES, M.A.; VEIT, E.A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.

PORTILHO, O. *et al.*, **Relatório à comissão de graduação do instituto de física: um estudo da evasão no curso de graduação em física da UnB**. Brasília, 2008.

QUIRINO, W.G.; LAVARDA, F.C. Projeto experimentos de Física para o Ensino Médio com materiais do dia a dia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.18, n.1, p.117-122, abr. 2001.

RIBEIRO, O.B.S. **Formação de um núcleo de apoio regional a professores de física em serviço no ensino médio baseado na Universidade de Itaúna**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Física) – Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte, 2006.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 4, n.1, 2005.

ROSA, C.W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio**, v. 5, n. 2, out.2003.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula – um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 11, n. 3, pp. 383-401, 2006.

SÉRÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.D. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, E.S.; BUTKUS, T. Levantamento sobre a situação do ensino de Física nas escolas de ensino médio de Joinville. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 2(3): 105-113, dez. 1985.

SILVA, M.A.F.M. da; TAVARES Jr, A.D. A importância do Ensino da Óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17-3, Rio de Janeiro. **Anais...** 2005. p.1-4.

SOUSA, D.B. **Um curso de ótica baseado em experimentos**. UEC. 59 f. Monografia (Graduação em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2010.

SOUZA, A.M.; PINA, A.; FIGUEIREDO, N. Perfil dos professores de Física no ensino médio em escolas da rede pública estadual na SRE - São Sebastião do Paraíso - MG. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo. **Atas....** 2013. p. 1-8.

SOUZA, A.M.; NAZARÉ, T.S. A utilização de um programa de computador para simulações de experimentos de óptica como forma de promover o aprendizado das ciências exatas. **A Física na Escola**, v. 13, n. 1, 2012.

SPOHR, C.B.; OSTERMANN, F.; PUREUR, P. A supercondutividade no ensino de Física fundamentada na epistemologia contemporânea. In: II Encontro Estadual de Ensino de Física, Porto Alegre. **Atas...** 2007. p. 47-57.

TEIXEIRA, R.R.P.; PANTALEO JÚNIOR, M.; GOLFETTE, B.H. Perfil Sócio-Cultural dos Professores de Física do Ensino Médio em São Paulo. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas. **Atas...**2004.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIOLIN, A.G. Atividades experimentais no ensino de física de 1º e 2º graus. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 1, n. 2, 1979.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L.F. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Editora Saraiva, 1ª edição, 2010.

ZÔMPERO, A.F.; PASSOS, A.Q.; CARVALHO, L.M. A docência e as atividades de experimentação no ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 7, n. 1, 2012.