

UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE - FACULDADE DE EDUCAÇÃO
CECIMIG –CENTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
ENCI-ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Elza Lúcia da Silva Ferreira

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO-
APRENDIZAGEM DE ÓTICA: UM ESTUDO DE CASO**

CONFINS
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Elza Lúcia da Silva Ferreira

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO-
APRENDIZAGEM DE ÓTICA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada a Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG- como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Ensino de Ciência por Investigação.

Orientador: Ronaldo Marchezinni

CONFINS
2010

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
1- INTRODUÇÃO	5
2 - JUSTIFICATIVA.....	6
3- OBJETIVOS.....	8
3.1 OBJETIVO GERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA...9	
4 - METODOLOGIA	15
4.1 ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	15
4.1.1. Problemas ou Questões de Pesquisa - Desenvolvimento	15
4.4 RESULTADOS – PRIMEIRAS AULAS	26
5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	31
5.1 ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	31
6 - CONCLUSÃO.....	34
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

O presente estudo procurou analisar alguns aspectos concernentes ao ensino-aprendizagem de ótica em especial as metodologias empregadas pelos professores. Diante de tais análises formulamos a hipótese de que a utilização de atividades experimentais como estratégia possibilitaria melhor compreensão, por parte dos estudantes, dos conceitos relacionados à ótica.

Para atingir tais propósitos, 63 estudantes de uma escola pública da Rede Estadual de Minas Gerais (Escola Estadual Mário Elias de Carvalho, no Município de Contagem), divididos em duas turmas, foram acompanhados e avaliados durante oito semanas. Através de adaptação de estudo duplo cego planejamos atividades investigativas para apenas uma das turmas enquanto a outra trabalhava o mesmo conteúdo, porém com metodologias tradicionais de ensino de Física. Os resultados deste estudo apontaram que as atividades experimentais têm reconhecida potencialidade pedagógica no ensino de ótica.

1- INTRODUÇÃO

Ao realizarmos estudos relacionados ao ensino de Física no ensino médio somos levados a questionar também as metodologias empregadas. Existe uma distância enorme entre o conhecimento científico e o conhecimento apresentado pelos alunos

Porlán e Rivero (1998) já apontavam que um dos grandes obstáculos em relação à prática pedagógica estaria relacionado ao plano de atividades, ora muito detalhado, fechado e rígido, ora pouco detalhado e totalmente aberto. Rezende e Ostermann (2005) apresentam a partir da análise do discurso dos professores que, dentre os problemas enfrentados para ensinar física na escola pública, a insatisfação com os métodos tradicionais de ensino está presente em boa parte dos relatos. Ponte (1998) sugere que o profissional docente deve ter conhecimento do processo instrucional, no que se refere à preparação, condição e avaliação de sua prática e Ferreira (2007) afirma que uma característica comum a todas as atividades e que estas sejam consistentes, com embasamento teórico necessário para um bom aproveitamento da atividade em sala de aula.

Através de um estudo de caso pretendemos avaliar quais metodologias aplicadas (tradicionais ou investigativas) possivelmente permitirão ao professor de Física, juntamente com seus alunos, construir e (re)construir os conceitos de ótica através de uma aprendizagem mais significativa.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, apresentada por David Ausubel na década de 1960 e com repercussões até os dias atuais, enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como aqueles mais relevantes para o processo de aprendizagem. Na Aprendizagem significativa difere da aprendizagem mecânica (memorização) por acontecer de forma receptiva e interativa, estruturando o conhecimento de maneira lógica, conectando o conhecimento prévio a aqueles apresentados no momento da aprendizagem (novos conhecimentos).

2 - JUSTIFICATIVA

No Senso Comum existe um discurso muito conhecido: *“Há um número muito grande de escolas onde o ensino de Física resume-se á fórmulas, memorização e cálculos”*, deixando de lado a parte conceitual, experimental e investigativa bem como a relação dos conceitos com o cotidiano dos estudantes.

A participação ativa dos estudantes na aprendizagem é fundamental para que estes saiam de uma situação em quem há o mero recebimento de um ensino pronto, tradicional e partam para o desenvolvimento de conceitos científicos, investigação e construção da própria aprendizagem. Esta mudança dará condições para que eles se apropriem do conhecimento e o relacione com o cotidiano.

Durante os últimos três anos (2008, 2009 e 2010), numa escola pública da rede estadual de educação do Estado de Minas Gerais, situada no Município de Contagem, os professores vêm utilizando atividades investigativas e os resultados, a partir das avaliações internas e externas, segundo eles, é muito satisfatório.

Jenkins (2000) já indicava que muitos problemas de pesquisa em Educação em Ciências estão baseados no fato de se tratar de um campo novo de pesquisa que abrange diversidade de temas e inter-relação entre eles. A Análise do Discurso e do Conteúdo do Discurso dos professores sobre o que é Atividade Investigativa seria de grande valia para o enriquecimento do trabalho mas como estávamos interessados pelo uso de atividades investigativas, percebendo-as como ferramentas poderosas na apropriação do conhecimento propomos aos professores que desenvolvessem atividades experimentais ao trabalharem o conceito de ótica.

A escolha desse tópico de conteúdo – Ótica - e do modo como serão propostas as atividades partem do princípio de que alunos, com o passar do tempo, possam avançar na elaboração de suas concepções: partindo das espontâneas no sentido de aproximá-los das explicações (concepções) científicas.

A secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais possibilitou a reformulação do currículo (CBC) acompanhado de reformulação dos tempos (carga horária das disciplinas). A ampliação da carga horária de Física, de 80 para 120 horas/aula anuais, para atender as especificidades do currículo das turmas da Área de Ciências Exatas e Ciências da Natureza foi primordial para o desenvolvimento destas atividades experimentais.

3- OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e propor a inserção de experimentos, do conteúdo Ótica, como instrumentos didáticos auxiliares no Ensino Médio de uma Escola Pública da RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte) .

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir unidade temática dos conceitos de Ótica considerando o Currículo Básico Comum (CBC) implementado pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais.
- Elaborar experimentos que possam ser trabalhados em sala de aula, relacionando o tema com o contexto de vida do aluno.
- Apresentar estratégias de ensino-aprendizagem que auxiliem o professor no desenvolvimento dos conceitos de Ótica junto aos alunos.

A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

A Ciência moderna enquanto processo buscou representar o mundo e seus fenômenos. A “consolidação” das teorias científicas, através das observações e experimentações, permitiu pensar, de maneira abstrata, uma realidade até então entendida apenas como real e concreta.

A representação da realidade é uma das principais características da Física, enquanto disciplina do ensino médio. Neste contexto muitos alunos se vêem “obrigados” a ver o mundo com olhos de cientistas, interpretarem a realidade de forma abstrata. Em consequência disto muitos estudantes não conseguem apreender a ligação da Física com a vida real e não conseguem dar sentido ao Conhecimento Científico como auxílio para a compreensão de “sua história” e do “seu mundo”.

O professor é atingido no ambiente de aprendizagem por demandas diferentes porque deve:

1. Proporcionar aos estudantes aprendizagens eficazes mostrando efetivamente o sentido que pode haver no estudo de Física para o jovem de hoje. Essa aprendizagem é eficaz quando leva o estudante a transformar o significado lógico do material e do discurso pedagógico (discurso dialógico e de autoridade) em significado psicológico, inserido de forma peculiar em suas estruturas cognitivas;
2. Enfrentar questões relacionadas à sua própria formação que procura fazer dele técnico/especialista de ciências mais do que educador (ênfase apenas no discurso de autoridade).

A formação do professor de Física aborda pouco as questões epistemológicas, históricas e sociais do ensino de ciências. Na Licenciatura não há muita preocupação em desenvolver metodologias que favoreçam a aprendizagem. Há uma

clara preocupação em utilizar práticas tecnológicas (de laboratório) que “validem” as teorias e que dificilmente podem ser reproduzidas em uma escola pública.

Os currículos das licenciaturas com habilitações específicas, como é o caso da Física, intensificavam muito a preparação dos estudantes em termos dos conhecimentos científico-escolares de cada área. Dessa forma, não priorizavam a formação em termos dos conhecimentos pedagógicos e didático-metodológicos necessários para atuação do profissional da educação. Melo (2000) faz o seguinte relato sobre os cursos de licenciatura:

São ministrados num contexto institucional longínquo da preocupação básica, que não facilita nem mesmo a convivência com pessoas e instituições que conhecem a problemática desta última. Os professores formadores que atuam nesses cursos, quando das instituições de qualidade, estão mais preocupados com suas investigações do que com o ensino em geral, quanto mais o ensino da educação básica (5p).

Não é de surpreender que os professores de Física, muitos deles estudantes universitários no período citado anteriormente, se sintam tão desprovidos face à crise do ensino de sua disciplina, e que muitos entre eles se refugiem em sua disciplina, utilizando metodologias tradicionais de memorização de fórmulas. Neste sentido podemos considerar que o **ensino de Física, para muitos professores**, é aquele cujas teorias implícitas sobre aprendizagem estão profundamente arraigadas em uma tradição cultural em que aprender significa memorizar, repetir e aceitar as verdades apresentadas.

A aprendizagem mecânica ou memorística se dá com a absorção literal do que está sendo ensinado. O esforço para a aprendizagem é muito menor, tanto por parte do estudante quanto por parte daquele que ensina. Esse tipo de aprendizagem é volátil, no sentido de não ser apreendida e se perder num curto espaço de tempo, apresentando baixos índices de retenção de conceitos e restringindo as possibilidades de uso do que foi aprendido (uso em exames ou provas com respostas literais ou em atividades que exijam pouca capacidade de articulação entre os conteúdos estudados e a realidade).

O currículo em ação (Geraldi,1994) deve ser entendido como o conjunto de aprendizagens vivenciadas pelo aluno, planejadas ou não pela escola, dentro ou fora da escola, mas sob responsabilidade desta (escola regular).

Neste sentido consideramos que o currículo em ação está empobrecido e, dentro da escola, é usualmente “compartimentado” em temas como Mecânica, ótica, ondas, eletromagnetismo, calor e livros didáticos destinados ao ensino fundamental e médio corroboram esta divisão apresentando os conteúdos com textos e exemplos sem conexão com a vivência dos estudantes. Lawson e McDermott, citados por Filhoais e Trindade (2003), relataram que não se é de admirar que existam falhas na aprendizagem dos conceitos complexos e difíceis de visualizar se estes forem apresentados apenas de forma verbal ou textual nas escolas. Mesmo que existam diversos livros que fazem essa conexão (Beatriz Alvarenga, Almadi, Fonte Boa, Paraná, Alberto Gaspar dentre outros) ainda presenciamos distorções e despreparo para trabalhar com esse material.

A preocupação crescente em relação ao ensino da Física nos remete a pensar sobre a atualização curricular não só das escolas, mas também das Universidades. No que diz respeito à formação de professores de Física nas universidades é necessário que se permita a eles refletirem sobre as problemáticas relativas ao ensino de Física nas escolas de ensino médio bem como colher propostas para a construção de alternativas viáveis para a (re) formulação dos cursos de Licenciatura.

Em relação aos currículos nas escolas faz-se necessário adoção de metodologias investigativas e valores que permitam o “protagonismo” dos estudantes. Em uma sociedade da aprendizagem (Pozo, 2004), cujo desafio maior é transformar informação em conhecimento e saber utilizá-lo de forma eficiente e produtiva, não cabe aos professores de Física, proporcionar aos estudantes informações compartimentadas, prontas e acabadas como se fossem verdades absolutas, restringindo a possibilidade dos estudantes de construir seu próprio ponto de vista. Conforme Morin (2001, p76) “conhecer e pensar não significa chegar à verdade absolutamente certa, mas sim dialogar com a incerteza”.

Costa (2001) entende protagonismo como “a participação de adolescentes no enfrentamento de situações reais na escola, na comunidade e na vida social mais ampla”. Nessa perspectiva, o trabalho do professor não se resumiria a um mero divulgador de conteúdos disciplinares, mas como sujeito orientador do trabalho pedagógico que visa construção de conhecimentos.

Conforme Melo (2000) o exercício de “transposição didática” do conteúdo e as práticas de ensino deveriam caminhar lado a lado.

O conceito de transposição didática, inicialmente formulado pelo sociólogo Michael Verret, em 1975 e adaptado para o contexto da educação pelo matemático Yves Chevallard, é um instrumento para analisar como o conhecimento produzido pelos cientistas se transforma no conhecimento que estão contidos nos currículos, livros didáticos e principalmente nas salas de aula.

Os conceitos aos serem transferidos do contexto acadêmico para o escolar, passam por profundas modificações. O conceito ao ser ensinado mantém semelhanças com a idéia presente em seu contexto de pesquisa, porém adquire outros significados, dando-lhe novo status epistemológico (Astolf, 1995).

Neste sentido há necessidade de se verificar quais metodologias se aplicam ao processo ensino-aprendizagem de Física, tendo em vista muitas daquelas utilizadas na academia, e reproduzidas parcialmente em sala de aula, não são suficientes para construção do conhecimento e para implicarem os estudantes como atores deste processo.

A Teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) dá ênfase à aprendizagem de significados (conceitos) como sendo os mais relevantes para os seres humanos e considera que existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa:

- A oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica;
- A existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento;

- Atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver.

Um sentido mais amplo ao processo ensino-aprendizagem de Física se configura. O material pedagógico, a metodologia empregada, a participação ativa, a contextualização do que está sendo trabalhado permitem que haja formulação de significados diferentes por parte dos estudantes e à medida que os conteúdos de Física se inserem exigem energia, participação, um esforço, por parte dos estudantes, de apreender, de conectar de uma maneira não arbitrária, o novo conhecimento.

A tarefa investigativa, como metodologia, se desenvolve com a colaboração do olhar do outro, com a participação ativa do outro. Para Freire (citado por Cabral, 2005) A educação autêntica faz-se de << A com B, mediatizados pelo mundo >>. Com isso podemos considerar que a investigação possibilita a formulação de problemas, a colocação de questões e o estabelecimento de objetivos por parte dos alunos. Pirie (1987) considera que numa investigação não há resultados conhecidos para os alunos e não se espera que eles cheguem à resposta correta, mas que explorem as possibilidades, formulem hipóteses, que saibam confrontar suas descobertas com a de seus companheiros e com as teorias “científicas”.

Tomaremos como referencial teórico os estudos de Ponte (2003) quando da definição de tarefa investigativa. Para este autor os limites que diferenciam uma tarefa investigativa dos outros tipos de tarefas, em especial os que diferenciam uma exploração de uma investigação, nem sempre são claros. As explorações tendem a ser mais livres e menos sistemáticas, frequentemente utilizadas para introduzir um novo tema de estudo.

Já as investigações, segundo Ponte (2003), apresentam quatro momentos principais:

- Exploração inicial e formulação de questões investigativas (ou situações problemáticas);
- Organização de dados e construção de hipóteses;
- Realização de experimentos;

- Construção de justificativas, argumentações ou demonstrações, tendo em vista a validação dos resultados.

4 - METODOLOGIA

O estudo foi realizado em três etapas: na primeira, foram elaboradas as questões de pesquisa e as atividades experimentais relacionados ao conceito de ótica; na segunda, buscou-se envolver ativamente os estudantes na resolução dos desafios referentes à ótica e coleta de dados; na terceira, foram avaliados os resultados.

4.1 ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

O tema ótica e as propostas de unidade temática de ensino foi escolhido justamente porque evidencia as dificuldades que o aluno apresenta por não saber utilizar os conceitos em situações diversas. Estas dificuldades muitas vezes estão relacionadas às concepções equivocadas. Daí a necessidade da interação com o conhecimento científico e de atividades diferenciadas.

A orientação metodológica que utilizamos tem por base partir da observação dos fenômenos mais simples e construção de modelos explicativos que vão se sofisticando à medida que o tema vai sendo trabalhado, acontecendo a aplicação de experimentos, investigações correlacionando a teoria com a prática, ensinando o jovem a ler e interpretar informações que são usuais de comunicação na física e no cotidiano, na medida em que também ajuda a construir uma nova visão do mundo e dos fenômenos naturais.

4.1.1. Problemas ou Questões de Pesquisa - Desenvolvimento

Questão de pesquisa

Quais são os conceitos prévios de ótica apresentados pelos alunos quando chegam ao Ensino Médio?

Procedimentos para obtenção de respostas

- Apresentamos um pequeno vídeo, produzido por estudantes da própria escola em que estavam presentes situações do cotidiano que se relacionam aos conceitos de ótica.
 1. Uso de óculos para leitura.
 2. Uso de luneta, binóculos, lupas, microscópios e similares.
 3. Retrovisores e faróis de carro.
 4. Espelhos em lojas de roupas.
 5. Espelhos de segurança em supermercados, estacionamentos e Shopping.
 6. “Olho Mágico” nas portas dos apartamentos.
- Discutimos com os alunos as situações, se já vivenciaram algo parecido ou não e pedir a eles que expliquem como e porque as situações estão relacionadas.
- Anotamos as explicações dadas pelos alunos, colocando aquelas que tem relação entre si como tópicos e em seguida pedimos aos alunos que fizessem as anotações de todas as explicações dadas por eles.

Questão de pesquisa

Qual é o embasamento teórico-metodológico oferecido aos alunos sobre o conceito de ótica nos anos finais do ensino fundamental?

Procedimentos para obtenção de respostas

- Consultamos livros de Ciências das séries finais do ensino fundamental, aprovados pelo PNLD, bem como o livro didático adotado na escola
 1. Ciências – 8ª Série – Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino
 2. Ciências, Matéria e Energia – 8ª Série- Fernando Gewandszanajder;
 3. Construindo Consciências – 8ª Série – APEC – Ação e Pesquisa em Educação em Ciências

- Fizemos estudos do Currículo Básico Comum (CBC) de Ciências (ensino fundamental) e Física (ensino médio) para preparação das atividades experimentais.
- Anotamos as informações para posterior utilização.

Questão de pesquisa

Qual é o embasamento teórico-metodológico oferecido aos alunos sobre o conceito de ótica nos anos finais do Ensino Médio?

Procedimentos para obtenção de respostas

- Consultamos livros de Física do Ensino Médio, aprovados pelo PNLD, bem como o livro didático adotado na escola.
 1. Física – Alberto Gaspar
 2. Física – Luiz Máximo Ribeiro da Luz
 3. Física – Beatriz Alvarenga
- Fizemos estudo do Currículo Básico Comum (CBC) de Ciências (ensino fundamental) e Física (ensino médio) para preparação das atividades experimentais.
- Fizemos anotações para posterior utilização.

Questão de pesquisa

Como são tratados os conceitos de Ótica nos livros didáticos de Ensino Médio?
Há propostas de experimentos com Ótica? Os experimentos são suficientes?

Procedimentos para obtenção de respostas

Analisamos como os livros didáticos apresentam os conceitos de ótica.
Classificamos os livros quanto ao referencial adotado:

- Apresentam o conceito pronto, sem explicações ?

- Apresentam o conceito e explicações sobre o mesmo?
- Não apresentam o conceito?
- Apresentam atividades experimentais para construção do conceito?
- Não apresentam atividades experimentais?
- As atividades experimentais têm relação com o cotidiano do aluno?

Concluimos que o livro adotado pela escola (Física - Alberto Gaspar) atendia as necessidades conceituais de ótica mas as propostas de atividades experimentais devem ser ampliadas.

Os outros dois livros didáticos (Luiz Máximo e Beatriz Alvarenga) atendiam as necessidades conceituais e também possuíam maior número de atividades experimentais de ótica.

Questão de pesquisa

Que experimentos devem ser desenvolvidos para construção dos conceitos de Ótica?

Procedimentos para obtenção de respostas

- Realizamos a leitura de Artigos e Periódicos dedicados à pesquisa em Educação em Ciências para o embasamento teórico.
- Realizamos leitura de Artigos e Periódicos que tratam de experimentos de ótica para o Ensino Médio para embasamento teórico

Alguns periódicos utilizados:

1. Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina).
2. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação e Ciências (UFMG)
3. Revista Brasileira de Ensino de Física – Sociedade Brasileira de Física.
4. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – APRAPEC – (UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

- Buscamos sites que apresentavam relatos de experiências ou roteiro de atividades relacionadas ao conceito de Ótica.

Os sites e páginas da internet que apresentaram atividades mais interessantes estão listados abaixo

1. Ponto Ciência – www.pontociencia.org.br
2. UNESP – Universidade do Estado de São Paulo – Experimentos de Física - <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>
3. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física - http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s06.html
4. USP- Universidade de São Paulo – Ciência a mão – Instituto de Física - <http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/index.php?midia=pmd>
5. FÍSICA INTERESSANTE - <http://www.fisica-interessante.com/experimentos-de-fisica.html>
6. UFC - Universidade Federal do Ceará - Seara de Ciências - <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/fisica/sugestoesfisica.htm>
7. SBF – Sociedade Brasileira de Física - <http://www.sbfisica.org.br/fne/>

4.2 ENVOLVIMENTO DOS ESTUDANTES

As atividades foram desenvolvidas em duas turmas do último ano do ensino médio de uma mesma instituição pública de ensino.

Na turma A, com 32 alunos, o professor trabalhou os conteúdos de ótica utilizando os métodos tradicionais durante 24 aulas.

Ambas as turmas assistiram ao vídeo produzido pelos alunos e participaram das atividades propostas. As atividades abaixo discriminadas não foram realizadas por ambas as turmas.

Para maior esclarecimento explicitamos qual procedimento foi realizado e a turma onde foi aplicado o procedimento. Por último explicitamos os procedimentos realizados pelos professores.

Procedimentos adotados na turma A

- Apresentação dos conceitos de ótica;
 1. Fontes luminosas e iluminadas;
 2. Reflexão da luz;
 3. Refração;
 4. Espelhos planos e esféricos;
 5. Lentes esféricas.

- Utilização de quadro e giz;
- Aula expositiva dialogada;
- Orientação pelo livro didático – Física – Alberto Gaspar;
- Exercícios de fixação;
- Correção de exercícios no quadro;
- Revisão;
- Provas.

Na turma B, com 31 alunos, outro professor trabalhou os conceitos de ótica, utilizando atividades experimentais previamente elaboradas durante o mesmo período de tempo (24 aulas).

Procedimentos adotados na turma B

- Formação de Grupos de alunos para desenvolver as atividades experimentais;
- Levantamento dos conceitos prévios dos alunos;
- Participação ativa dos alunos na construção dos problemas a serem discutidos;
- A participação se deu em aula expositiva dialógica;
- Realização dos experimentos com supervisão (orientação) do professor;
- Os materiais utilizados foram providenciados pelos professores ou cedidos pela escola.
- Calculadora digital;
- Espelhos planos e esféricos;
- Trena;
- Caderno de anotações;
- Binóculo;
- Luneta;
- Microscópio ótico;
- Projetor de slides;
- Retroprojetor;
- Suporte com transferidor;
- Cavalete;

Os experimentos

1. Projetores de filmes, slides e retroprojetores – GREF (Física, volume 2, página 277);
2. Uso de Luneta astronômica, binóculos – lentes convergentes;

3. Representação do número de imagens usando dois espelhos planos em diferentes ângulos;
4. Uso de espelhos planos e esféricos nos automóveis e lojas ;
5. Experimentos de observação – corpos luminosos e iluminados;
6. Experimento distância focal – aluno, árvore e prédio da escola – sombras projetadas.

- Os alunos construíram as hipóteses referentes aos problemas apresentados por eles próprios;
- As hipóteses foram classificadas pelos alunos e após eliminação feita por eles passaram a utilizar apenas as três hipóteses mais coerentes

Após as atividades experimentais os alunos da turma B passaram à fase seguinte que consistiu na síntese das informações (construção dos conceitos)

Em relação à metodologia utilizada para a obtenção dos dados quantitativos fizemos a coleta destes dados, na escola-alvo da pesquisa, da seguinte forma:

1. Limitamos o trabalho a duas turmas de Ensino Médio, que estavam na mesma série/ano, e na mesma Instituição Pública de Ensino;
2. Classificamos aleatoriamente as turmas como A e B;
3. Na turma A, o professor trabalhou os conteúdos (conceitos) de Ótica, utilizando os métodos tradicionais (quadro, livro, aula expositiva, exercícios de fixação, revisão e provas finais);
4. Na turma B, o mesmo professor trabalhou os conteúdos (conceitos) de Ótica, utilizando desta vez as atividades experimentais conforme apresentadas anteriormente.
5. As atividades investigativas foram realizadas em sala de aula e também no pátio central da escola
6. Após um intervalo de tempo (7 dias) em que foram trabalhados os conteúdos nas duas turmas, mas com recursos didáticos e metodologias diferentes, realizamos uma coleta de dados quantitativos, relativo aos conceitos de ótica, junto ao corpo discente de ambas as turmas;
7. Encerrada a coleta de dados realizamos a análise das informações coletadas.

Procedimentos realizados pelos professores

- Análise dos resultados dos experimentos;
- Análise do modo como os conceitos são expressos após experimentos.
- Anotações dos conceitos apresentados.
- Analisar como o conceito é apresentado pela comunidade científica (livro didático – Física – Alberto Gaspar)

Após um intervalo de tempo em que foram trabalhados os conceitos nas duas turmas, com recursos didáticos e metodologias diferentes, os alunos das turmas A e B foram submetidos, num desenho adaptado de duplo-cego, testes sobre os conteúdos de ótica.

Sem essa ferramenta intelectual (duplo-cego) seria muito difícil realizarmos com confiabilidade as avaliações a respeito das metodologias. O objetivo do teste duplo-cego é evitar qualquer interferência consciente ou não nos resultados de um experimento. Em nosso trabalho o grupo controle é a turma A (considerando que o placebo são as aulas tradicionais)

Para tornar o estudo ainda mais livre de tendências subconscientes foi utilizada uma lista com números aleatórios para assinatura dos estudantes e apenas ao final do teste somente o número correspondente foi colocado. Distribuímos os testes e marcamos um tempo de duas horas para a realização, no final deste tempo recolhemos os testes, colocamos em um envelope e lacramos.

As avaliações dos resultados dos testes foram feitas sem que os avaliadores tivessem consciência de que o aluno em questão participou das aulas tradicionais (turma A) ou das aulas com atividades experimentais (turma B).

Nesta fase do trabalho estávamos preocupados apenas em obter dados quantitativos, que muitas vezes se apresentam como representações da realidade. Um dos instrumentos de coleta de dados da fase citada anteriormente

consiste em uma sequência de perguntas dirigidas que visam coletar informações sobre as categorias abaixo citadas:

1. O uso dos recursos didáticos adotados em sala de aula;
2. A compreensão do conteúdo (conceitos) trabalhado em sala;
3. A influência das diferentes metodologias sobre o mesmo tema;
4. Relações dos conteúdos estudados/aprendidos com o cotidiano do aluno.

Sobre o item **(4) quatro** da coleta de dados as análises foram feitas num modelo duplo cego adaptado em que o pesquisador não soube no momento da avaliação das respostas, se o aluno pertencia à turma A ou B. Para isso nosso procedimento foi o seguinte :

Solicitamos a um profissional da Instituição de Ensino que fizesse a aplicação do instrumento.

1. Passamos uma lista para assinatura do aluno;
2. A lista tinha números aleatórios e não estavam numa sequência lógica;
3. Entregamos o material para o aluno que foi avaliado;
4. Solicitamos ao aluno que não identificasse a qual turma ele pertencia;
5. Solicitamos apenas que ele escrevesse no final do material o número correspondente à lista que ele assinou;
6. Recolhemos e lacramos a lista em um envelope pardo;
7. Recolhemos e lacramos o material que o aluno respondeu em outro envelope.

As perguntas que foram utilizadas na coleta dos dados do item (4) devem ser as seguintes:

1. O que são corpos luminosos e iluminados? Dê dois exemplos que você observa em seu dia a dia.
2. Na escola podemos perceber meios **opacos, translúcidos e transparentes**. Cite onde podemos encontrar cada um deles na Escola.
3. Os alunos perceberam que o espelho retrovisor do carro da professora de Ciência é convexo. Porque este espelho não é plano?

4. O que aconteceria se o espelho plano do banheiro das meninas fosse substituído por um espelho côncavo?
5. Se o professor de Geografia não está enxergando as letras pequenas do livro didático ele procurará um oftalmologista. Qual tipo de lente provavelmente este profissional indicará ao professor? Por quê?
6. Num dia sem nuvens, ao meio dia, a sombra projetada no chão por uma esfera de 1,0 cm de diâmetro é bem nítida, se ela estiver a 10 cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200 cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. De acordo com seus conhecimentos qual seria a principal causa do efeito observado?
7. Analise cada uma das seguintes afirmativas e complete de acordo com as discussões feitas em sala. Justifique sua resposta apresentando argumentos científicos.

I - Uma pessoa que observa um objeto distante através de um binóculo o enxerga ampliado. Essa ampliação se deve à luz que proveniente do objeto sofre _____ quando atravessa as lentes do binóculo.

II. - Diante de uma pintura colorida e iluminada com luz branca, um observador enxerga diferentes cores. A percepção das diferentes cores por parte do observador também depende da _____ luz pela pintura.

8. Uma máquina fotográfica, antiga, que usa filme de rolo, para fotografar objetos distantes, possui uma lente teleobjetiva convergente, com distância focal de 200 mm. Um objeto real está a 300 m da objetiva;
 - a. Qual seria a imagem que se forma, então, sobre o filme fotográfico no fundo da câmara?
9. Uma lente é utilizada para projetar em uma parede a imagem de um slide, ampliada quatro vezes em relação ao tamanho original do slide. A distância entre a lente e a parede é de 2,0 m.
Qual o tipo de lente utilizado no projetor de Slides e qual sua distância focal?

4.4 RESULTADOS – PRIMEIRAS AULAS

Nossa amostra é composta de 63 alunos, de ambos os sexos, de uma escola pública do Estado de Minas Gerais. Após a obtenção do consentimento para a participação eles foram distribuídos em duas turmas conforme tabela abaixo.

	Meninos	Meninas	Total de Alunos
Turma A	14	18	32
Turma B	15	16	31

Tabela 1 : Amostra de alunos do ensino médio

Em relação aos aspectos teóricos e contextuais que envolvem domínio dos conceitos de ótica por parte dos estudantes pesquisados consideramos:

- **Precário:** apresentou ineficácia das estratégias adotadas e/ou falta de conhecimento básico do conceito em questão;
- **Pouco:** apresentou alguma estratégia válida e/ou baixo conhecimento conceitual;
- **Suficiente:** demonstrou estratégias válidas e/ou conhecimentos conceituais necessários;
- **Acima:** demonstrou domínio de estratégias variadas e/ou conhecimentos conceituais acima do esperado.

Analisamos o conjunto de respostas objetivas dadas pelos alunos nas primeiras aulas de ótica e a partir dos dados coletados em entrevista .

1. Qual o problema apresentado na situação ?
2. Como a pessoa resolveu o problema ?
3. Que material ele utilizou para resolver a situação ?
4. Como o material auxiliou o sujeito ? Tente explicar utilizando seu conhecimento de Ciências e Física

5. Proponha alternativa de resolução da situação utilizando seus conhecimentos de Ciências e Física.

Conceitos de Ótica Primeiras Aulas	Turma A%	Turma B%	A + B %
Precário	81,25	80,65	80,95
Pouco	12,50	19,35	15,88
Suficiente	06,25	0	03,17
Acima	0	0	0

Tabela 2 – Conceitos de ótica: Primeiras Aulas

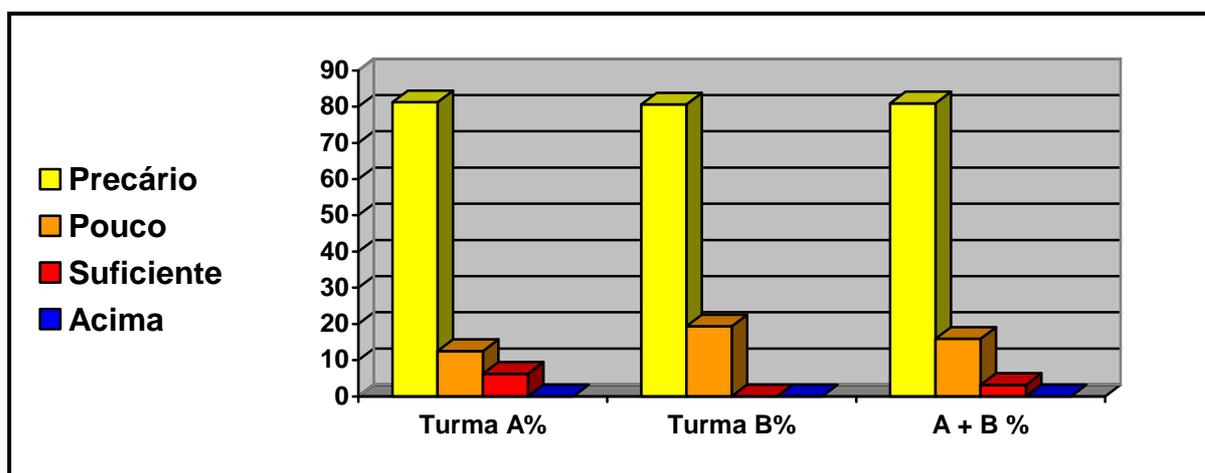


Gráfico1 - Conceitos de Ótica: Primeiras aulas

Foi possível verificar através dos dados que os conhecimentos sobre os conceitos de ótica eram precários mesmo que no primeiro ano do ensino médio os estudantes já tiveram contato com o tema (na escola pesquisada são estudados conceitos básicos de física no primeiro ano do ensino médio). Esperávamos que os estudantes já tivessem certa argumentação consistente sobre o tema. A turma A possui índices de dificuldades um pouco superior em relação a turma B.

Ótica: Aplicação no Cotidiano - Primeiras Aulas	Turma A%	Turma B%	A + B %
Precário	93,75	93,55	93,65
Pouco	03,125	06,45	04,75
Suficiente	03,125	0	01,60
Acima	0	0	0

Tabela 3 – Conceitos de ótica: Primeiras Aulas

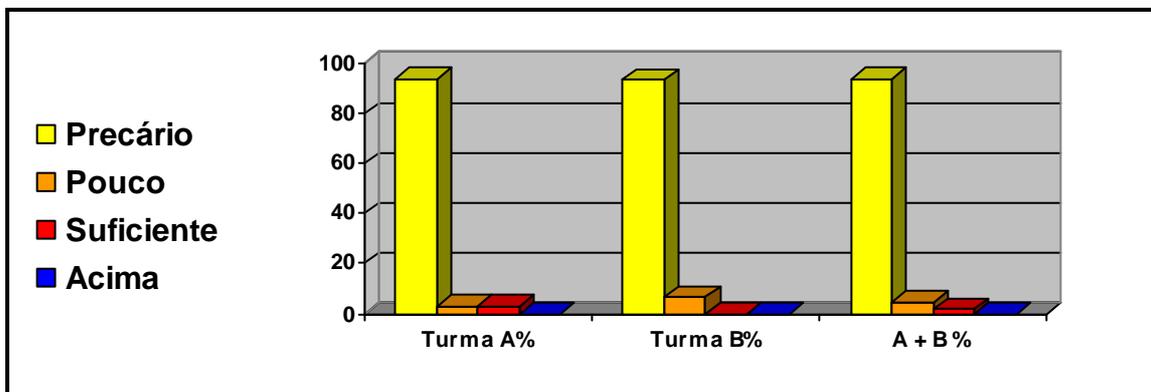


Gráfico 2 - Ótica: Aplicação no Cotidiano - Primeiras Aulas

Além dos conceitos de ótica verificamos na Tabela II a existência de relação entre os conhecimentos de ótica e a aplicação destes no cotidiano dos alunos. Constatamos que os alunos apresentam baixo conhecimento prévio em relação aos conceitos de ótica, o que pode ser considerado previsível, em virtude das condições de ensino-aprendizagem freqüentemente vivenciadas no ensino fundamental e médio nas escolas públicas.

4.5 RESULTADOS APÓS INTERVENÇÃO

Conceitos de Ótica Após Intervenção	Turma A%	Turma B%	A + B %
Precário	12,50	16,13	14,21
Pouco	53,125	38,71	49,21
Suficiente	25,00	45,16	34,92
Acima	09,375	0	04,76

Tabela 4 – Conceitos de ótica: Após Intervenção

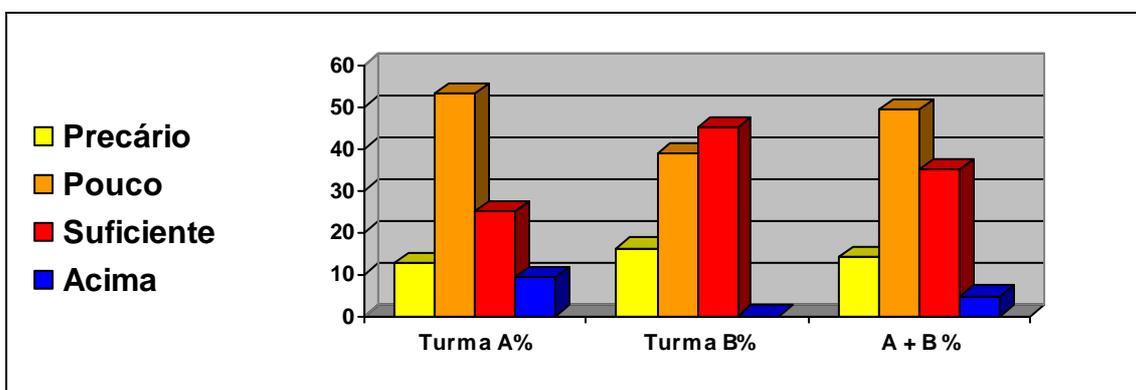


Gráfico 4 - Conceitos de Ótica: Após intervenção

Após a intervenção houve crescimento significativo na construção da aprendizagem por parte dos estudantes (tanto a turma A quanto a turma B). Os estudantes da turma B apresentaram melhores resultados em relação ao domínio dos conceitos de ótica.

Ótica: Aplicação no Cotidiano Após Intervenção	Turma A%	Turma B%	A + B %
Precário	18,75	22,59	20,63
Pouco	62,50	09,68	36,50
Suficiente	15,625	58,66	34,92
Acima	03,125	9,68	06,35

Tabela 5 – Ótica: Aplicação no cotidiano – Após Intervenção

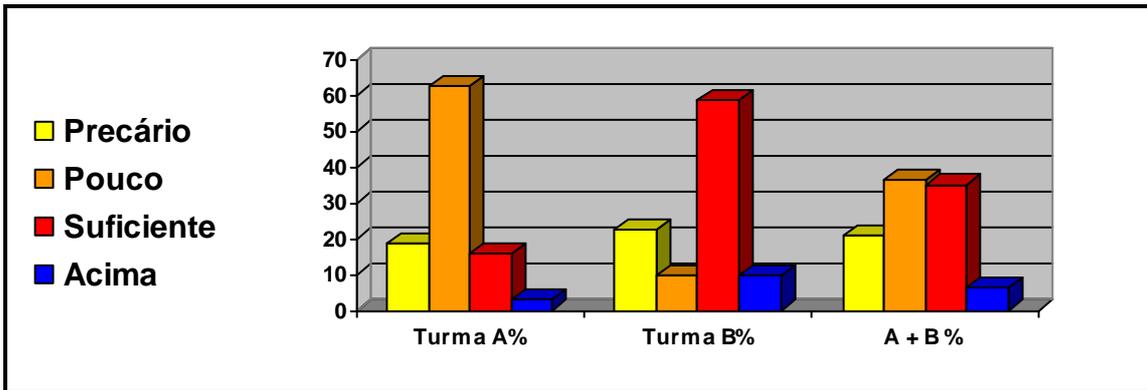


Gráfico 5 - Ótica: Aplicação no Cotidiano - Após intervenção

Neste conjunto de dados os estudantes que participaram das atividades experimentais apresentaram aumento significativo do domínio dos conceitos de ótica indicando que este dado pode ser considerado como relevante para os educadores que adotam novas metodologias de ensino em detrimento a métodos tradicionais.

5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nosso estudo não objetivou esgotar o tema em questão contudo gostaríamos de apresentar algumas problematizações que deveriam, no futuro, serem abordadas com o intuito de enriquecer e ampliar o debate sobre a utilização de metodologias experimentais no ensino-aprendizagem de física.

1. Quais são os conceitos prévios apresentados pelos alunos quando chegam ao Ensino Médio?
2. Qual é o embasamento teórico-metodológico oferecido aos alunos sobre o conceito de física nos anos finais do ensino fundamental?
3. Qual é o embasamento teórico-metodológico oferecido aos alunos sobre o conceito de física nos anos iniciais do Ensino Médio?
4. Como são tratados os conceitos de física nos livros didáticos de Ensino fundamental e Médio?
5. Há propostas de experimentos viáveis para escola pública? Os experimentos são suficientes?
6. Que Experimentos que devem ser desenvolvidos para construção dos conceitos de Ótica?

5.1 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Dois profissionais da escola juntamente com os pesquisadores abriram os envelopes que continham os testes para serem avaliados. Após anotar os acertos e erros dos estudantes foi gerada uma média das respostas corretas e das que apresentavam algum erro conceitual. As questões eram objetivas e todas com 4 alternativas sendo que apenas uma delas apresentava a resposta mais adequada em termos conceituais.

Na questão 1, relacionada a corpos luminosos e iluminados, tivemos índice de acertos de 40% (estudantes da turma A -métodos tradicionais) e 45% de acertos (estudantes da turma B – métodos experimentais).

Na questão 2, reflexão da luz associados ao cotidiano, 48%(estudantes da turma A - métodos tradicionais) e 50% (estudantes da turma B – métodos experimentais).

Já na questão 3, relacionadas a espelhos, o índice de acerto foi bem discrepante. 30% de acertos (turma A) e 42% (turma B). Considerando que os conceitos sobre espelhos necessitam maior abstração por parte dos alunos consideramos que os experimentos auxiliaram na construção dos conceitos de forma mais concreta possibilitando a eles, os estudantes, apreender melhor o que estava sendo proposto.

Na questão 4, espelhos planos e esféricos, também houve discrepância, 38% de acertos (turma A) e 45% (turma B).

Na questão 5, anomalias da visão e lentes corretivas, a turma A apresentou 34% de acertos e a turma B 42%. Apesar de ser conteúdo intimamente ligado ao cotidiano dos estudantes (uso de lentes corretivas) verificamos baixo aproveitamento em ambas as turmas.

Na questão 6, sombras projetadas, 28% de acertos na turma A e 45% na turma B.

Na questão 7, instrumentos ópticos, item I, os estudantes da turma A apresentaram 22% de acertos e os estudantes da turma B 35% de acertos.No item II, cores, a turma A com 28% de acertos e a turma B com 34%.

Na questão 8, câmeras fotográficas e formação de imagens, 28% de acertos (turma A) e 37% (turma B).

Na questão 9, lentes e imagens projetadas, 30% de acertos na turma A e 47% de acertos na turma B.

Diante do exposto verificamos que a partir da questão 4 até a questão 9 as metodologias experimentais foram definidoras das diferenças entre as turmas no que diz respeito a apropriação dos conceitos e a utilização dos mesmos em situações do cotidiano.

Nas discussões finais, realizadas com os estudantes que participaram das aulas com metodologias experimentais, os relatos sobre aulas mais atrativas e aprendizagem “ mais fácil” foram constantes. Já nas discussões finais realizadas com os estudantes que participaram das aulas com metodologias tradicionais os relatos de aulas cansativas, “conteúdo difícil” estiveram presentes em vários momentos.

6 - CONCLUSÃO

Concluimos que neste estudo de caso o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem dos conceitos de ótica, utilizando métodos experimentais, apresentou resultados significativos quando comparados aos métodos tradicionais.

Ampliando nossas conclusões indicamos que se faz necessária uma reflexão mais sistemática sobre o uso de metodologias experimentais no ensino médio das escolas públicas e que estas discussões promovam mudanças pedagógicas enriquecedoras.

O uso de livros didáticos de física: GREF, Curso de Física de Alvarenga e Máximo e Física de Alberto Gaspar dentre outros apesar de possuírem qualidades inquestionáveis precisam ser complementados tendo em vista que estes não dão conta das propostas curriculares em uso nas escolas.

Defendemos que seria muito mais promissor e motivador ampliar a gama de metodologias a serem utilizadas no ensino de ótica.

Os dados preliminares apontam que as diretrizes a serem tomadas pelos professores em sala de aula são de não apenas utilizar atividades investigativas mas de valorizar a capacidade dos estudantes de ampliar seus conhecimentos. Em virtude da necessidade de se entender este processo e o papel do professor e dos estudantes acreditamos que este trabalho não traz respostas conclusivas, mas consolida caminhos a serem trilhados.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVARENGA, Beatriz. Física. Volume dois. 1ª Edição. São Paulo. 2006
ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de and ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2003, vol.25, n.2
2. APEC - Ação e Pesquisa em Educação em Ciências. Construindo consciências. São Paulo: Scipione, 2006. (4 volumes)
3. AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
4. BRASIL. MEC. 1993. *Plano decenal de educação para todos*. Brasília: MEC.
5. _____. 1998. *Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/SEF.
6. _____. 1999b. Parâmetros Curriculares Nacionais 5ª a 8ª Série. On-line, <http://www.mec.gov.br>, 14/04/2010.
7. _____. 2000. Plano Nacional de Educação. Brasília: INEP, 1998. On-line, <http://www.camara.gov.br>, 14/04/2010.
8. CABRAL, Arlinda. **Pedagogia do Oprimido**. *Rev. Lusófona de Educação*, 2005, no.5, p.200-204.
9. CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA/Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Departamento de Física. <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/> - Acesso em 14-06-2010
10. CAMPOS, Agostinho Aurélio; ALVES, Elmo Salomão; SPEZIALI, Nivaldo Lúcio. Física experimental básica na universidade. Editora UFMG.
11. CLEOVE, Janice Van; Física para jovens. (Sem referência)
12. COSTA, A. C. G. Tempo de servir: o protagonismo juvenil passo a passo; um guia para o educador. Belo Horizonte: Universidade, 2001.
13. EDUCAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES: UM ESTUDO DOS CBCs PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Secretaria de Estado da Educação. Física – 4º Módulo. 3ª semana. CECIMIG – FaE/UFMG.
14. FERREIRA, Elza Lúcia da Silva; Propostas de Unidade Temática de Ensino a serem aplicadas no cotidiano, ensino-aprendizagem, tema: Calor e Temperatura. Monografia. ENCI,CECIMIG-FaE/UFMG. Belo Horizonte, Dezembro de 2007.

15. FIALHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n. 3, Set. 2003
16. GADOTTI, MOACIR. Perspectivas atuais da educação. *São Paulo Perspec.* [online]. 2000, vol.14, n.2 [cited 2010-12-09], pp. 03-11 .
17. GASPAR, Alberto. Física Volume Único. São Paulo: Editora Ática, 3ª ed., 2005
18. GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. GREF Física VI. 2. 5ª Edição. EDUSP. São Paulo 2005
19. HAWKING, Stephen. Os gênios da ciência. Edição especial ilustrada. Editora: Campus.
20. HEINECK, R. (1999): Relações entre as disciplinas de Física e de Didática de Ciências no curso de magistério-ensino médio. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de Passo Fundo.
21. LEITURAS DE FÍSICA GREF. Versão preliminar
22. LIMA, Maria Emília Caixeta de castro; MAUÉS, Ely. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. *Revista Ensaio*, Vol 8, Nº: 2; dezembro de 2006.
23. LUDKE, M., e ANDRE, M. E. D. (1986): Pesquisa em educação. São Paulo: EPU.
24. LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física**. São Paulo: Scipione, 2005.
25. MÁXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. Física: volume único. São Paulo: Scipione, 1997.
26. MEDEIROS, Alexandre e MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2002, vol.24, n.2
27. MELLO, G.N. **Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re) visão radical**. *Revista São Paulo em perspectiva*. v. 14, n.01, p. 98 – 110, jan./mar.2000. Disponível em www.crmariocovas.sp.gov.br. Acesso em 22 de out. 2010.
28. MORIN, E. **La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento**. Barcelona: Seix Barral, 2001.
29. PEREIRA, Marcus Vinícius; CARDOZO, Tereza Fachada Levy. CEFET –RJ & SEE-RJ.
30. PONTE, J.P. (2003). Investigar, Ensinar e Aprender. Actas do ProfMat, (CDROOM, p. 25-39). Lisboa: APM.

31. POZO, J. I. A Sociedade da Aprendizagem e o Desafio de Converter Informação e Conhecimento. **Pátio-Revista Pedagógica**, n.31, p.8-11, 2004.
32. REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. São Carlos: SBF. 2000-2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef>>. Acesso em 03 julho. 2010.
33. REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Belo Horizonte: ABRAPEC. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>>. Acesso em 03 Julho. 2010.
34. REVISTA ENSAIO: PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Belo Horizonte: UFMG. 2000-2010. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em 03 de Julho. 2010.
35. ROLDEN, Huberto; Einsten, o Enigma do Universo.
36. VAN CLEAVE, Jeanice. Física para jovens. Publicações Dom Quixote.