

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO DE SANTA CATARINA – IFSC  
CÂMPUS ARARANGUÁ  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA – HABILITAÇÃO EM FÍSICA

ROSANA DE MELO LOURENÇO

**O ENSINO DE ÓPTICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS  
COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS**

ARARANGUÁ 2013

L892e Lourenço, Rosana de Melo, 1988-  
O ensino de óptica por meio de atividades experimentais como organizadores prévios / Rosana de Melo Lourenço ; orientador: Adriano Antunes Rodrigues. -- 2013.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Araranguá, 2013.  
Inclui bibliografias

1. Física – Estudo e ensino. 2. Óptica – Estudo e ensino. 3. Óptica – Ensino médio. I. Rodrigues, Adriano Antunes . II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física. III. Título.

CDD 530.07

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Cláudia Osvaldina dos Passos – CRB-14/1169

ROSANA DE MELO LOURENÇO

**O ENSINO DE ÓPTICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS  
COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS**

Araranguá, 2013

ROSANA DE MELO LOURENÇO

## **O ENSINO DE ÓPTICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Araranguá, como parte das exigências para obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza / Física.

**Professor Orientador:** Prof. Msc. Adriano Antunes Rodrigues

ARARANGUÁ 2013

# **O ENSINO DE ÓPTICA POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COMO ORGANIZADORES PRÉVIOS**

**ROSANA DE MELO LOURENÇO**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Licenciada em Ciências da Natureza com habilitação em Física e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Araranguá.

Araranguá, 16, dezembro, 2013.

Banca examinadora:

---

Adriano Antunes Rodrigues, Mestre em Ensino de Física

---

Felipe Damasio, Mestre em Ensino de Física

---

Humberto Luz Oliveira, Doutor em Física

## **AGRADECIMENTOS**

Começo agradecendo aos meus pais Pedro Lourenço e Fátima R. M. Pires, por estarem sempre do meu lado acreditando e confiando em mim, sem eles eu não teria chegado até aqui. Também agradeço ao meu orientador Adriano Antunes Rodrigues por estar sempre disponível para me ajudar quando precisei, ao professor Felipe Damásio pelas valiosas ideias para o projeto. Um Agradecimento especial ao meu namorado Diórgenes Simão, pelo companheirismo, paciência e amor durante toda esta caminhada.

## Resumo

Este trabalho relata uma experiência que procurou se afastar de um ensino de Física descontextualizado e sem uso de atividades experimentais. Acredita-se que a experimentação possa contribuir para desenvolver no aluno uma predisposição para aprender, sendo desta forma um material potencialmente significativo. Organizou-se uma unidade de ensino para abordar a óptica no Ensino Médio usando, como organizadores prévios, a construção de equipamentos ópticos. Os instrumentos ópticos serviram de ideias norteadoras, pois as aulas expositivas foram baseadas em sua explicação. O estudo se dividiu nas seguintes etapas: (i) revisão dos conceitos envolvidos por meio da construção de um mapa conceitual que aborda a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva, bem como a organização sequencial, (ii) desenvolvimento de experimentos como materiais potencialmente significativos, tais como: periscópio, espectroscópio, porquinho Virtual e telescópio, (iii) desenvolvimento das aulas expositivas em slides, por meio de organização sequencial tendo como ideias-âncora os equipamentos ópticos construídos pelos próprios alunos, (iv) elaboração de questionário sobre o tema, com questões abertas e fechadas sobre os experimentos, (v) aplicação do projeto. O trabalho foi aplicado em uma escola estadual da rede pública de ensino, a escola escolhida foi a Escola Maria Garcia Pessi, o projeto foi aplicado com duas turmas do segundo ano do Ensino Médio. (vi) a avaliação do projeto, a qual foi feita por meio da reaplicação do questionário e também através de um grupo focal com os alunos, apresentou resultados positivos em relação às potencialidades da estratégia.

Palavras-chaves:

Instrumentos ópticos, material potencialmente significativo, organizador prévio.

## **Abstract**

This paper reports an experiment that sought to move away from decontextualized nonexperimental physics teaching. It is believed that experimentation may contribute to develop in the student a predisposition to learn, being thus a potentially meaningful material. A teaching unit was organized to address the optics in high school using as advance organizers the construction of optical equipment. Optical instruments served as guiding ideas, since the lectures were based on their explanation. The study is divided into the following steps: (i) review of the concepts involved through the construction of a concept map that addresses the integrative reconciliation and progressive differentiation, as well as the sequential organization, (ii) development of experiments with potentially meaningful materials such as periscopes, spectroscope, Virtual pig and telescope, (iii) development of lecture slides, by sequential organization having as anchor ideas optical equipment constructed by the students themselves, (iv) preparing a questionnaire on the subject, with open and closed questions about experiments, (v) implementation of the project. The method was applied in a public state school. The school chosen was the Escola Maria Garcia Pessi, and the project was applied to two classes of second year of high school. (vi) the evaluation of the project, which was done by reapplying the questionnaire and also through a focus group with students, showed positive results regarding the potential of the strategy.

Key words:

Optical instruments, potentially meaningful material, advance organizer.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
4.1	Objetivo Geral	14
4.1	Objetivos Específicos	14
<b>5</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
5.1	Aprendizagem Significativa	15
5.2	Aprendizagem Significativa Crítica	17
5.3	Apropriação do referencial pela proposta de ensino	18
<b>6</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>20</b>
6.1	Classificação do trabalho	21
6.2	Classificação dos artigos revisados	22
6.3	Artigos de caráter investigativo	22
6.4	Artigos de caráter verificacionista	24
<b>7</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>26</b>
7.1	Revisão dos conceitos envolvidos	26
7.2	Construção dos materiais potencialmente significativos	28
<b>8</b>	<b>APLICAÇÃO DO PROJETO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>30</b>
8.1	Construção do periscópio	30
8.1.1	Exposição Sobre o Periscópio	33
8.1.2	Análise	35
8.2	Construção do Espectroscópio	37
8.2.1	Exposição Sobre o Espectroscópio	39
8.2.2	Análise	41
8.2.3	Construção do Telescópio e do Porquinho Virtual	42
8.2.4	Exposição da Aula do Telescópio e do Porquinho Virtual	46
8.2.5	Análise	47
8.2.6	Grupo Focal	49
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho foram analisadas as implicações de atividades experimentais no aprendizado da óptica em uma classe do segundo ano do Ensino Médio. Parte-se do princípio de que a valorização da experimentação como elemento motivador, capaz de tornar o ensino da Física mais atrativo, contribuir para a sua aprendizagem e de facilitar o estabelecimento de relações com o cotidiano.

Acredita-se que a construção de experimentos pelos próprios alunos, contribui para que ocorra o surgimento de conflitos cognitivos, contribuindo, desta forma, com a construção dos esquemas mentais do estudante, constituindo-se como uma prática mais exitosa, quando comparada à experiência didática tradicional, onde a experimentação está frequentemente ausente ou possui caráter meramente verificacionista.

Fazer com que o estudante goste e queira aprender Física está relacionado com a percepção que este tem da importância desta ciência para a sua formação e para a sua vida. A importância das aulas de Física fica evidente, para o aluno, quando se atribui significado ao que é ensinado em sala de aula, satisfazendo assim a curiosidade do estudante e a necessidade de obter explicações mais abrangentes para os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano. A utilização de experimentos em sala de aula é uma alternativa pedagógica, que os professores podem utilizar para, dentre outras razões, chamar a atenção dos alunos, desenvolvendo predisposição para a aprendizagem dos conteúdos a serem estudados, fazendo com que eles entendam que os conceitos ensinados, além de fazerem parte do seu cotidiano, influenciam em sua vida.

Se a disciplina de Física ensinada na escola não suprir esta expectativa, o aluno acaba se sentindo sem motivação para aprender e seu interesse pelo assunto estudado acaba se tornando apenas uma obrigação curricular (BONADIMAN, 2007).

Utilizando o enfoque experimental, o presente trabalho de conclusão de curso teve como ponto inicial um projeto de extensão que foi aplicado no 2º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Ensino da cidade de Araranguá, Santa Catarina.

Este projeto foi desenvolvido sobre o ensino de óptica, com foco, como já foi mencionado anteriormente, na experimentação. O projeto propõe iniciar o conteúdo de óptica a partir de construção de experimentos pelos próprios alunos, baseando-se no enfoque da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, mais precisamente na perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira.

## 2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O ensino de Física, em especial o de óptica, vem sendo tratado nas escolas de uma forma pouco atrativa para os alunos. A óptica é uma parte da Física muito interessante e que, se ensinada de uma forma atrativa, pode possibilitar um melhor entendimento do conteúdo, mas devido à falta de uma formação adequada dos professores ou o escasso tempo disponível para preparar aulas, pouco se tem feito para melhorar o ensino deste conteúdo.

Pensando nestes problemas, que o ensino de Física vem sofrendo, a proposta deste trabalho teve como foco a análise da influência que a experimentação pode trazer para o aprendizado de óptica. Deste modo, a experiência é motivada pela possibilidade de buscar respostas para a questão: quais são as contribuições de uma abordagem com atividades experimentais, fundamentada na aprendizagem significativa, para o ensino-aprendizagem de óptica? Para responder esta questão, o trabalho propõe que o estudo da luz possa ser feito através de análise e compreensão de experiências reais, e analisando a eficácia da experimentação como recurso instrucional primário.

Este trabalho é, sobretudo, uma proposta de ensino, com delineamento de uma estratégia didática baseada em experimentação e fundamentada na teoria da aprendizagem significativa. Não se pretende comparar esta proposta com outras, baseadas no modelo tradicional de ensino e com aulas predominantemente expositivas. Nosso objetivo principal é propor e avaliar uma estratégia didática capaz de promover a aprendizagem significativa e, ao mesmo tempo, romper com os padrões mais tradicionais do ensino de óptica no Ensino Médio.

### 3 JUSTIFICATIVA

Os vários problemas que vêm afetando o ensino em geral e, em especial, o ensino de Física, não são atuais e vêm sendo diagnosticados há muitos anos. Um dos problemas está no fato do estudo da física nas escolas estaduais estar basicamente restrito ao uso de fórmulas e equações, sem uma abordagem significativa, relacionada com o cotidiano. Percebe-se a necessidade de trazer para dentro da sala de aula um enfoque do conteúdo de forma mais atrativa e interessante para os alunos.

Muitos dos problemas que o professor de Física enfrenta em sala de aula, principalmente o relacionado ao gostar de Física, podem ser resolvidos por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia apropriada de ensino (BONADIMAN, 2007). As atividades experimentais, no ensino de Física podem facilitar a compreensão de conceitos físicos. Além disso, também podem motivar, encorajar e despertar o interesse pelas aulas, além de permitir a capacidade de iniciativa e o trabalho em grupo (MARINELI, 2006).

O tema atividades experimentais no ensino de óptica foi escolhido dentre tantos, não menos importantes, com o objetivo de analisar as potencialidades que estas experiências representam ao serem utilizadas como recurso didático nas escolas. O fato de se acreditar que o uso de atividades experimentais no ensino de Física, além de possibilitar um maior interesse do estudante em relação ao assunto, é também um recurso poderoso para facilitação do processo de formação de conceitos científicos, ou mudança conceitual por parte dos alunos, foi o que serviu de motivação para a escolha do referido tema para a realização deste trabalho. Espera-se que este trabalho aponte a importância da utilização de experimentos em sala de aula, sendo esta uma estratégia de ensino, onde o uso apropriado de experimentos estimule o aluno a engajar-se ativamente no conteúdo a ser aprendido. Portanto, a ideia que se tem é de procurar ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos em formato cativante que atraiam e prendam a atenção do estudante. E que desta forma os professores se conscientizem de que existem outras maneiras de abordar um conteúdo de física e que as aulas tradicionais não são e não devem ser a única alternativa para o ensino desta disciplina.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

- ✓ Avaliar as implicações de uma abordagem experimental no ensino de óptica com base na teoria da aprendizagem significativa.

As implicações em questão consistem nas potencialidades da abordagem proposta para a aprendizagem dos conceitos de Física por parte dos alunos envolvidos e a atitude destes alunos em relação à Física.

Cabe salientar que os experimentos em questão foram confeccionados pelos próprios alunos, e as exposições terão estes experimentos como ponto de partida, para a compreensão dos conceitos de óptica envolvidos. Este trabalho foi realizado com os alunos do 2ºano do ensino médio vespertino em uma escola Estadual da Rede Pública de Araranguá.

### **4.1 Objetivos Específicos**

- ✓ Levantar através de pré-teste os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto a ser estudado Selecionar, para cada tipo de aula, um experimento cujos equipamentos devem ser construídos pelos próprios alunos.
- ✓ Disponibilizar para a escola no qual o trabalho foi realizado um exemplar de cada experimento.
- ✓ Discutir, durante as aulas expositivas-dialogadas, conceitos de óptica que estão presentes no experimento produzido pelos alunos.
- ✓ Avaliar a aprendizagem dos alunos e suas percepções sobre a atividade, a pertinência da utilização dos experimentos em termos de facilitação e motivação para a aprendizagem.

## **5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **5.1 Aprendizagem Significativa**

A aprendizagem significativa é o conceito essencial da teoria de David Ausubel, é o processo que ocorre quando o indivíduo constrói significados a partir da interação de novos conceitos com aqueles já existentes em sua estrutura cognitiva.

De acordo com Ausubel os conceitos que já existem na estrutura cognitiva do aluno (subsunçores) são os fatores determinantes para a aprendizagem significativa. A partir desta interação a estrutura cognitiva vai sendo modificada e as novas informações começam a ganhar significados, os novos conceitos não são somados aos subsunçores, mas interagem modificando-os e adquirindo significados, originando uma nova estrutura cognitiva. (MOREIRA 2009; RODRIGUES, 2012).

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel determina aprendizagem mecânica, sendo esta a aprendizagem de novas informações que possui pouca ou até mesmo nenhuma interação com conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Desta forma, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não existe interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento adquirido desta maneira fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. (MOREIRA. 1999 pg.152).

Quando ocorre a aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e aquele já existente, ocasionando uma transformação entre ambos. Ao mesmo tempo em que o conhecimento prévio serve de suporte para a atribuição de significados à nova informação, ele também sofre modificações, ou seja, os subsunçores irão adquirindo novos significados. Desta forma a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa, este processo é dinâmico e o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA, 1997).

Segundo Ausubel a predisposição do aluno em aprender é uma condição para que a aprendizagem significativa ocorra, ou seja, não adianta todo o empenho

do professor se o aluno não tem nenhum interesse em aprender. Além da predisposição do aluno em aprender é importante que o professor utilize um material potencialmente significativo, este material a ser aprendido deve ser relacionável com aquilo que o aluno já sabe permitindo assim uma ancoragem das novas informações com aquela que o indivíduo já tem (MOREIRA, 2009).

É importante mencionar a validade de utilizar estratégias envolvidas em dois processos interligados que ocorrem durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Durante o caminho da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com um novo conhecimento irão servir de base para a atribuição de novos significados. Estes conceitos vão se modificando devida esta interação e assim adquirindo novos significado e se diferenciando progressivamente. Imagine-se o conceito de “conservação” à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico dinâmico da estrutura cognitiva chama-se diferenciação progressiva (MOREIRA, 1997).

A reconciliação integrativa é o processo onde os conceitos mais gerais surgem da interação entre conceitos mais específicos. A diferenciação progressiva e reconciliação integrativa podem ser implementados através do uso de organizadores prévios adequados, outra maneira é através da utilização de mapas conceituais (MOREIRA E BUCHWEITZ, 1993; MOREIRA 1999, p.159).

Os mapas conceituais desenvolvidos por Joseph Novak podem ser considerados uma boa maneira para gerar a aprendizagem significativa. Eles podem ser chamados de diagramas de conceitos onde podemos especificar suas relações e hierarquia. (MOREIRA, 2009; apud, RODRIGUES 2012).

Podemos representar através de um mapa conceitual a composição hierárquica de toda uma área do conhecimento e até mesmo capítulos de livros sobre temas específicos. Explicações sobre como se construir e usar mapas conceituais podem ser encontradas na literatura, com os trabalhos de Moreira e Tavares (DAMASIO. et.al. 2011).

## 5.2 Aprendizagem Significativa Crítica

De acordo com Marco Antônio Moreira (2000), a escola é considerada ainda como um local onde se dá ao aluno respostas certas, ao invés de ajudá-los a construir conceitos com significados, a educação está sendo tratada como uma mercadoria que pode ser vendida. Para Moreira (2009) na sociedade atual apenas adquirir novos conhecimentos de uma maneira significativa não basta, é necessário adquiri-los criticamente. Na sociedade em que vivemos além de integrarmos a ele é necessários também sermos críticos dela.

Para Moreira (2009; apud. RODRIGUES, 2012) há uma indicação sobre um posicionamento crítico frente à ciência, sobre a sua evolução e também diante as implicações sociais do conhecimento científico. Para uma aprendizagem significativa crítica, Moreira (2010) faz uma listagem de alguns princípios que devem dar suporte a esta teoria. Abaixo listaremos alguns destes princípios:

**Perguntas ao invés de respostas:** Estimular para que ocorram questionamentos ao invés de dar apenas respostas prontas. Na maioria das escolas o ensino é abordado com estímulos de perguntas e respostas prontas que é oferecido pelo professor, onde o aluno apenas transmite em provas o que “aprendeu”. Esta prática de ensino não acentua uma aprendizagem significativa de forma crítica. Para que ocorra esta aprendizagem é necessário aprender a questionar, e através de uma interação entre professor e aluno á uma troca de significados importante para que isto ocorra.

**Diversidade de materiais** abandono do manual único. Muitas vezes o professor utiliza apenas o livro didático, este por sua vez deve ser usado apenas como um material didático entre vários outros, desta forma não se deve centrar toda a prática pedagógica somente nele.

**Aprendizagem pelo erro:** É normal errar; aprende-se corrigindo os erros. A escola costuma ver o aluno como um receptor de respostas certas que devem ser memorizadas e reproduzidas (sem erros). O ser humano erra o tempo todo. Errar é próprio da natureza humana. O homem aprende corrigindo seus erros. Errado é pensar que a certeza existe que a verdade é absoluta ou que o conhecimento é permanente.

**Aluno como perceptor representador:** O aluno representa tudo o que percebe. Podemos dizer que o aluno aprende aquilo que ele percebe e pode representar para o mundo que o rodeia.

**Consciência semântica:** O significado está nas pessoas, não nas palavras. Qualquer que seja os significados que as palavras tenham, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas. Entretanto, as pessoas não podem dar às palavras significados que estejam além de sua experiência. Quando o aprendiz não têm condições, ou não quer atribuir significados às palavras, a aprendizagem é mecânica, não significativa.

**Desaprendizagem:** Um dos fatores que dificulta a aprendizagem significativa crítica é o uso de conhecimentos prévios errados que permanecem na mente do aluno e bloqueiam a interpretação de novos significados. Desta forma, Moreira introduz o princípio da desaprendizagem, de forma a analisar e distinguir entre o relevante e o irrelevante para poder interpretar com significado o novo conhecimento.

**Conhecimento como linguagem.** Tudo aquilo que chamamos de conhecimento é Linguagem. Se o aluno aprende um conteúdo de uma maneira significativa ele aprende a sua linguagem.

**Diversidade de estratégia.** É importante fazer uma diversidade de estratégias didática de ensino. A não utilização do quadro de giz é uma alternativa, para tornar mais ativa à participação dos alunos. Isso é sugerido por que o quadro-de-giz é visto pelos alunos como uma ferramenta que transmite respostas prontas, assim como o livro texto (MOREIRA 2010, p.8).

Centralizar o ensino no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica. É preciso entender que o professor deve agir apenas como um mediador. Não se deve tratar o ensino como uma simples narrativa, já que isto desestimula a compreensão do aluno pelo conteúdo. É importante que não ocorra apenas uma transmissão de conhecimento, pois aluno e professores devem promover uma interação social para que ocorra a Aprendizagem Significativa Crítica.

### **5.3 Apropriação do referencial pela proposta de ensino**

A proposta do trabalho buscou suporte na aprendizagem significativa. A teoria de David Ausubel deve estar presente na dinâmica do processo e também no material a ser produzido pelos alunos na escola. Durante as aulas práticas e as

aulas em *PowerPoint* foram levados em consideração os conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Para as aulas práticas os experimentos foram planejados de forma a constituírem-se como materiais potencialmente significativos para os alunos, além de desenvolverem a pré-disposição em apreender. Para que os temas a serem estudados estejam dispostos em um material potencialmente significativo, devem ser considerados também os conhecimentos científicos e noções mais comuns que os estudantes já tinham para serem possíveis ancoradouros dos conteúdos a serem trabalhados.

É também na aprendizagem significativa que a proposta encontra base para acreditar que a construção de experimentos de óptica pelos alunos, tem potencial para desenvolver predisposição necessária em apreender, para que assim, durante as aulas práticas de construção dos experimentos e também durante as aulas discursivas em *PowerPoint*, os alunos busquem fazer questionamentos sobre o assunto.

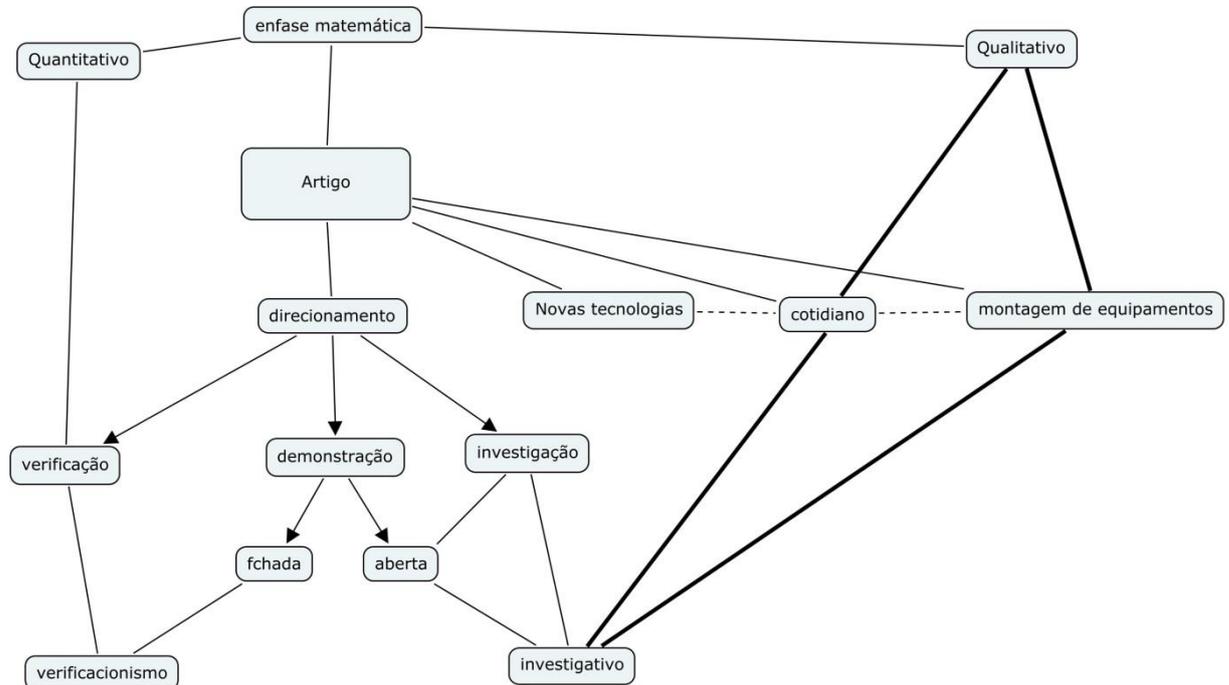
## 6 TRABALHOS RELACIONADOS

Constatando que o uso da experimentação como estratégia de ensino de Física tem sido alvo de inúmeras pesquisas nos últimos anos, neste trabalho foi feito uma revisão bibliográfica em que diferentes autores analisam experimentos que podem ser utilizados em sala de aula. A revisão da bibliografia foi realizada sobre artigos presentes em periódicos de grande circulação e disponíveis gratuitamente na rede mundial de computadores. Optou-se pelos seguintes periódicos da literatura a revisar: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Física na Escola.

Para a definição de uma categorização metodológica dos artigos buscou-se suporte na revisão bibliográfica do trabalho de Araújo e Abib (2003). Em uma análise de artigos sobre a utilização de experimentação em sala de aula os autores procuraram detectar diferentes aspectos metodológicos relacionados com atividades experimental sendo cada categoria de análise caracterizada da seguinte forma: ênfase matemática; grau de direcionamento das atividades (destacando as atividades que apresentam caráter de demonstração, verificação ou investigação); uso de novas tecnologias; relação com o cotidiano; e montagem de equipamentos. Segundo os autores a utilização adequada de diferentes metodologias pode possibilitar a formação de um ambiente propício de aprendizado, sem desvalorização ou desprezando os conceitos prévios dos estudantes.

Como forma de organização do pensamento em relação à categorização metodológica adotada no trabalho de Araújo e Abib, foi construído um mapa conceitual (figura 1). Nas linhas mais grossas destacamos em qual categoria o nosso trabalho melhor se identifica.

**Figura 1.** Mapa sobre os aspectos metodológicos classificados pelo autor



## 6.1 Classificação do trabalho

Seguindo os aspectos metodológicos classificados pelos autores, o trabalho foi encaixado em mais de uma categoria. Ele apresenta caráter qualitativo, pois não está preocupado com a análise matemática do fenômeno que ocorre no experimento, mas sim com o destaque aos aspectos de natureza conceitual possibilitando que o aluno busque respostas e soluções para os problemas apresentados, antes mesmo das discussões propostas pelo professor. Sendo que os próprios alunos irão montar seus experimentos em sala de aula, isto possibilita que eles possam criar hipóteses sobre que tipo de fenômeno físico que está ocorrendo e que, inevitavelmente, seja feita uma relação entre o experimento e o seu cotidiano. Desta forma o trabalho se enquadra em mais duas categorias estas são: construção de equipamentos e relação com o cotidiano.

Em relação ao direcionamento das atividades o trabalho apresenta caráter investigativo, onde os alunos poderão ter uma maior flexibilidade para fazer

comentários entre eles mesmos e com o professor sobre os experimentos que serão construídos, além de incentivar a reflexão crítica os alunos poderão testar hipóteses, desencadeando desta forma o desenvolvimento da capacidade de observação, este tipo de atividade pode ser considerado um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com a possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado (ARAÚJO E ABIB, 2003).

## 6.2 Classificação dos artigos revisados

Na análise dos artigos com propostas de atividades experimentais, focou-se na categorização do caráter investigativo ou verificacionista contido em cada proposta. Foram verificados trabalhos entre os anos de 2002 a 2012, ao todo foram analisados onze artigos com implementação e avaliação de atividades experimentais para o ensino de física. Destes artigos nove tratam de atividades com caráter investigativo, onde se permite a participação do estudante manipulando os equipamentos, questionando e elaborando hipóteses. Nos outros dois artigos as atividades experimentais propostas tem caráter verificacionista, pois utilizam os experimentos apenas como comprovação de alguma lei física.

A tabela 1, exposta a seguir, apresenta a tabulação dos resultados encontrados após os artigos serem classificados.

**Tabela 1:** Classificação dos artigos

Caráter	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Total
Investigativo	1		3	1	1	1	2					9
Verificacionista			1								1	2

## 6.3 Artigos de caráter investigativo

Dentre os artigos lidos com caráter investigativo foram encontrados dois que se alinham à estratégia utilizada no projeto, que será a construção de um telescópio pelos alunos. Esta ideia de atividade se encontra no trabalho de Bernardes e Lanher (2008) onde os autores relatam que a construção de

telescópios refratores e refletores pelos alunos como uma ferramenta no ensino de astronomia pode ser uma tarefa motivadora, já que desta maneira, os alunos conseguem entender melhor como funcionam os aparelhos e o que pode ser feito com eles e relacionar as observações com o estudo da Astronomia e também com o ensino de Física, uma vez que todas as áreas estão relacionadas. Bernardes et. al. (2005) também explicam que os conceitos envolvidos na construção de um telescópio podem ser utilizados no ensino de física de maneiras específicas. Por exemplo, a reflexão e a refração da luz podem ser exploradas com os alunos do Ensino Médio. Já o conceito de interferência pode ser estudado com alunos de graduação. O que é e como se utiliza o telescópio pode ser estudado em todos os níveis de ensino. Assim, a construção de um telescópio e o ensino de Física são conhecimentos mútuos, pois se utiliza conceitos de Física para se construir um telescópio, e ao ensinar-se conceitos de Física pode-se remeter-se à construção do telescópio. Ambos os trabalhos citados, sobre a construção do telescópio, foram realizados por alunos de Licenciatura em física e tiveram como objetivo mostrar sua importância além de incentivar o uso de atividades práticas em sala de aula.

Outros autores dão sugestão de experimentos que não são basicamente os que serão utilizados em sala de aula no projeto, porém, referem-se a assuntos que serão tratados durante as aulas expositivas. Dentre os artigos encontrados, quatro dão exemplos de experimentos que tratam de assuntos que serão explorados nas aulas propostas em nosso projeto. Relacionado a experimentos com cores, Costa et.al (2008) dá a ideia da construção de uma “caixa de cores” para a demonstração da adição de cores, este experimento pode ser construído tanto pelo aluno quanto pelo professor, o importante é que o estudante interaja com o experimento, crie hipóteses, buscando respostas para o que ocorre. O autor ainda propõe que para se alcançar uma aprendizagem significativa é importante que as concepções sobre luz e cores sejam consideradas e explicadas claramente para os alunos.

Buscando artigos que tratassem de formação de imagens reais e virtuais, foi encontrado o trabalho de Catali e Reis (2004) que apresentam uma experiência de pequeno custo, que trata da reflexão da luz dentro de uma lâmpada incandescente, onde se formem duas imagens, sendo uma real e outra virtual. Segundo os autores, os alunos podem explorar este experimento, para que assim o

professor possa tirar proveito deste dispositivo simples para tornar o estudo da óptica geométrica mais atraente e provocante para os alunos.

Por fim, entre os assuntos que serão ensinados aos alunos, está o de problemas de visão, por isso se achou interessante mencionar nesta revisão bibliográfica experimentos propostos que abordam este tema. O trabalho de Heineck e Arribas (2004) apresenta uma proposta de confecção de uma câmara escura. Este aparelho didático pedagógico, segundo o autor, deve ser confeccionado pelos estudantes uma vez que sua montagem, além de simples, é de custo baixo. Este aparelho pode ser utilizado para entender o funcionamento do olho humano e também de uma câmera fotográfica. No mesmo enfoque relacionado aos problemas de visão o trabalho de Cardoso e Filho (2002), apresentam um defeito de visão denominados astigmatismo. Para a realização da prática se necessita apenas de um copo de água e uma vela acesa.

Esses exemplos de atividades experimentais possuem o foco de atrair a atenção dos alunos para as aulas de física, despertando neles o interesse pelos assuntos a serem estudados e deram contribuições importantes para delineamento desta proposta, pois este segue um enfoque teórico ou metodológico muito semelhante, tornando imprescindível conhecer os limites e possibilidades de cada abordagem tratada nos trabalhos relacionados.

#### **6.4 Artigos de caráter verificacionista**

As atividades com caráter verificacionista trazem uma maneira de se conduzir a atividade experimental, na qual se busca a verificação da validade de alguma lei física, ou mesmo de seus limites de validade. Embora nosso trabalho não esteja dentro deste enfoque, achamos interessante citar dois exemplos de artigos que tratam de atividades experimentais deste gênero.

Dentre estes, o trabalho de Oliveira et.al (2012), propõe a construção de uma fonte de luz de raios paralelos, porém mais simples e mais barata do que as presentes nos mercados, o objetivo é que a construção desta fonte poderá facilitar a difusão deste tipo de aparelho, tornando-o mais acessível a instituições de ensino e professores de física do Ensino Médio. O professor poderá utilizar este

experimento, por exemplo, para verificar os princípios da óptica geométrica.

Já o artigo de Silfa e Laburú (2004), verifica a explicação que é dada para o experimento da garrafa que some na glicerina, de acordo com a explicação a igualdade do índice de refração entre os dois meios nem sempre é necessário para que ocorra a invisibilidade de um meio em relação a outro, os autores relatam que com a escolha adequada das dimensões deste recipiente já é suficiente para que ocorra o desaparecimento, o qual não acontece quando as dimensões do recipiente são muito superiores do que aquelas encontradas na garrafa. Este exemplo de experimento, portanto, pode ser utilizado na sala de aula pelo professor, como forma de verificar uma explicação física que normalmente é dada para esta atividade.

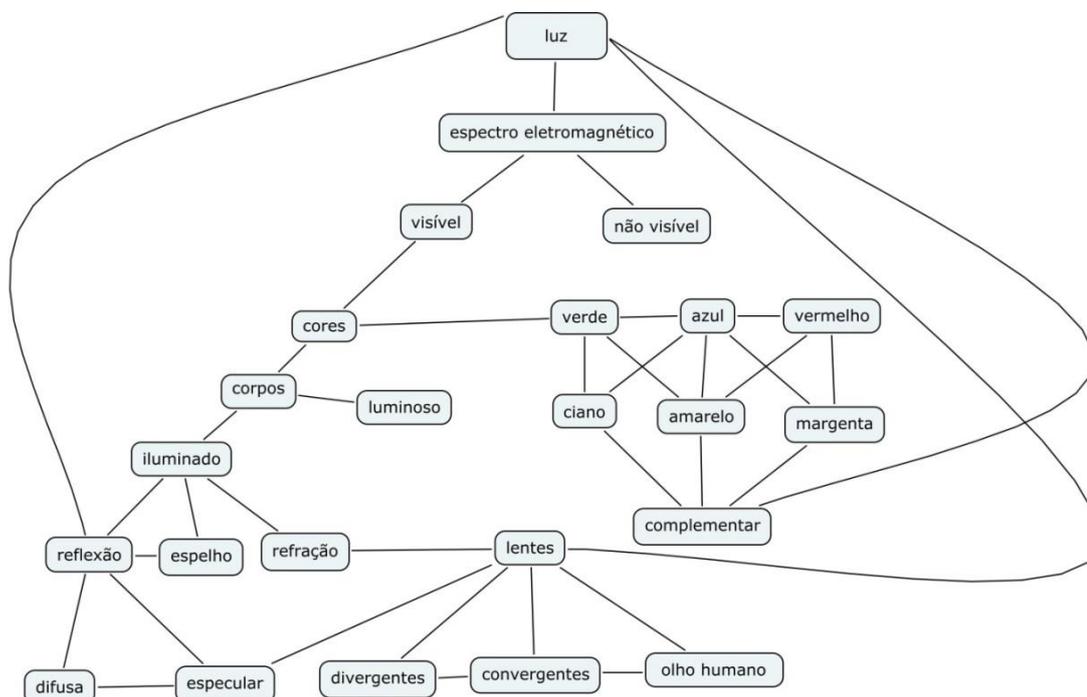
## **7 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia do trabalho pode ser dividida nas seguintes etapas: revisão dos conceitos envolvidos, construção dos materiais potencialmente significativos, elaboração de aulas em *PowerPoint* sobre os conceitos físicos a serem estudados; elaboração de um roteiro com algumas questões de física que envolvam o experimento, Aplicação do projeto e avaliação da aprendizagem e de aspectos como motivação e facilidade de aprendizagem por parte do aluno.

### **7.1 Revisão dos conceitos envolvidos**

Para a execução do projeto, primeiramente foi construída uma base conceitual a partir do livro *Física Conceitual* (HEWITT, 2002), para verificar como estavam constituídas as explicações dos conceitos de óptica e, desta forma, fazer uma adaptação da abordagem destes conceitos ao referencial adotado, pois a abordagem do livro não está, necessariamente, baseada na teoria da aprendizagem significativa. Ele não utiliza a diferenciação progressiva, por exemplo, começando, portanto dos conceitos mais específicos e seguindo para os mais gerais. Na Figura 2 temos um mapa com os conceitos-chave envolvidos no projeto.

**Figura 2:** Conceitos de óptica envolvidos no trabalho



Neste mapa (Figura 2) sobre os conceitos de óptica podemos perceber a ordem dos conceitos mais gerais para os mais específicos, seguindo a orientação de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa da Teoria de Aprendizagem de David Ausbel.

Após ter revisado os conceitos de óptica a serem trabalhados no projeto, pensou-se nos experimentos que os alunos teriam que construir em sala de aula, estes experimentos foram levados pelos alunos para suas casas, além disso, um exemplar de cada experimento que foi construído ficou disponível na escola com intuito de que outros professores de física possam utilizá-los.

Além de construírem os seus próprios experimentos, os alunos responderam a um questionário que conteve ao todo cinco questões incluindo abertas e fechadas, estas questões serviram para analisar os conhecimentos prévios dos alunos, após a construção dos experimentos e o questionário foi ministrada a aula expositiva dialogada, utilizando *data show*, sobre o assunto e sempre buscando discutir as questões e explicações levantadas pelos próprios alunos. A aula expositiva dialogada é importante, pois proporciona uma maior interação entre professor e aluno. Neste momento, os alunos podem comentar

sobre suas concepções prévias sobre o assunto e assim juntamente com o professor poderão construir seus conhecimentos conforme os aceitos cientificamente.

O projeto foi avaliado através da reaplicação do questionário com as cinco questões incluindo abertas e fechadas, tendo como objetivo verificar se houve mudança/evolução conceitual em relação aos assuntos estudados. Foi realizado também um grupo focal com os alunos, com o intuito de saber se com a construção e utilização dos experimentos antes das aulas possibilitou que eles tivessem um maior interesse e motivação em apreender o assunto que estava relacionado ao experimento.

## **7.2 Construção dos materiais potencialmente significativos**

Para a escolha dos experimentos buscou-se optou-se pelos que pudessem ser utilizados para a explicação de conceitos físicos que estão dispostos no mapa conceitual da Figura 2. Um dos experimentos que foi utilizado no trabalho, o telescópio, foi mencionado por (Bernardes 2008 e Bernardes. et. al.2005) em nossa revisão bibliográfica, já o espectroscópio, periscópio e o experimento “porquinho virtual” não foram citados na revisão, mas estão relacionados aos conceitos de óptica a serem estudados no projeto. Para os alunos construírem os experimentos, foi entregue um roteiro que os auxiliará na montagem. Estes experimentos, de acordo com a teoria de Ausbel, podem ser considerados um material potencialmente significativo, pois visam estabelecer relações entre o conteúdo a ser ensinado e fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes e sobre os quais estes já propõem explicações alternativas. Além disso, têm o objetivo de desenvolver nos alunos à predisposição em aprender, além de serem incorporáveis de diversas maneiras ao conhecimento que o aluno já possui.

Durante a preparação das aulas referentes aos conceitos de óptica dos experimentos foram consultados o livro Física Conceitual (HEWITT, 2002) e o *site* da UFRGS (<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm#absorcao>), ao todo foram preparadas três aulas. A primeira aula a ser aplicada foi a do periscópio e começou com o conceito mais geral que é luz, a segunda aula foi a do espectroscópio, esta

aula tratou do tema “as cores da luz”, já a última aula, foi em relação aos tipos de lentes, para então os alunos construírem o telescópio e o experimento “porquinho virtual” (este por sua vez demonstra o surgimento de uma imagem real). É importante deixar claro que no decorrer das aulas, à medida que novos conceitos vão sendo introduzidos, foi retornado aos conceitos já explicados, seguindo assim a ideia de reconciliação integrativa da teoria de aprendizagem significativa.

## **8 APLICAÇÃO DO PROJETO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O projeto foi realizado em uma escola da Rede Estadual Pública localizada na cidade de Araranguá, Santa Catarina, com duas turmas do segundo ano vespertino. A escola na qual o projeto foi aplicado possui vínculo com o IFSC campus Araranguá através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), onde bolsistas trabalham juntamente com o professor de Física na elaboração de aulas e também na construção de experimentos. É importante ressaltar que foi através deste programa que a escola conseguiu montar e equipar um laboratório de ciências. Foi no laboratório de ciências desta escola que o projeto foi aplicado, onde os alunos construíram os experimentos e também tiveram as aulas. O programa PIBID, foi de grande importância na execução deste trabalho, visto que foi a partir dele que se conseguiu verba para a compra dos materiais que foram utilizados na construção dos instrumentos ópticos.

### **8.1 Construção do periscópio**

Como já foi mencionado anteriormente no trabalho, o projeto foi aplicado com duas turmas do ensino Médio Vespertino, tendo, em geral, nas duas turmas, 43 alunos. Na apresentação os alunos foram avisados que teriam algumas aulas sobre óptica, alguns alunos questionaram se seriam feitos experimentos, indicando que, para eles, o fato da aula ter experimentação tornaria a atividade de ensino mais interessante.

O primeiro dia da aplicação do projeto foi no dia 19 de agosto. Neste dia foi aplicado um questionário visando levantar conhecimentos prévios dos alunos sobre luz, espelhos planos e reflexão. Abaixo (Quadro 1) estão as perguntas que foram feitas no pré-teste e reaplicadas no pós-teste.

Quadro 1: Questões sobre o periscópio, aplicadas nos testes

<b>Questões sobre o Periscópio</b>
<p>1) O periscópio funciona apenas se houver luz?</p> <p>a) Sim ( )      b) Não ( )      c) As vezes ( )      d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>2) Para podermos visualizar um objeto:</p> <p>a) Ele deve estar iluminado ( )</p> <p>b) Nós devemos estar iluminado ( )</p> <p>c) Ele deve estar em um ambiente sem iluminação ( )</p> <p>d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>3) Como chamamos o fenômeno que ocorre com a luz quando ela retorna para o meio de onde veio?</p> <p>a) Refração ( )      c) Espalhamento ( )</p> <p>b) Reflexão ( )      d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>4) Como é chamada a região do espaço que é possível ser vista através do espelho?</p> <p>a) Campo notável ( )      c) Campo visual ( )</p> <p>b) Campo de imagem ( )      d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>5) Seu amigo lhe diz que a luz é a única coisa que podemos ver, seu amigo está correto? Explique</p>

Em ambas as turmas os alunos ficaram confusos, pois muitos nunca haviam ouvido falar sobre periscópio que lhes era apresentado no momento, mesmo assim responderam às perguntas. Os alunos ficaram animados em construir o instrumento, principalmente depois de saberem que cada um iria construir o seu.

Foi entregue o roteiro para a construção do experimento para cada aluno e também réguas e tesouras que foram cedidas pela escola. Alguns alunos sentiram muita dificuldade em fazer as medidas, não sabiam se para fazer a medida de 4,5 cm era necessário começar do 0 na régua, e também alguns não entendiam em que posição da régua estava o 4,5 cm, para eles a medida ficava em 4,0 cm ou 5,0 cm. A Figura 3 mostra os alunos fazendo as medidas para a construção do periscópio.

**Figura 3: Construção do Periscópio**



Uma aluna especial com deficiência auditiva e que tinha segundo professor não sabia utilizar a régua, foi realizado um trabalho diferenciado com esta aluna, sendo ensinado a ela como medir, depois de algumas medidas ela já estava fazendo os traços sozinha. Esta foi uma parte muito gratificante do trabalho.

Após os alunos terem feito os traços no papel cartão, foi ensinado a eles a dobrar o papel para que ficasse mais fácil a montagem do instrumento. Com cola quente, foram colocados os espelhos no periscópio, houve a preocupação em não deixar os alunos utilizarem cola quente sozinhos, pois poderia causar algum acidente entre eles. Abaixo está a imagem (Figura 4) da parte final da construção do periscópio que foi a colagem dos experimentos.

**Figura 4:** Cola dos periscópios



Durante a colagem dos espelhos os alunos ficaram eufóricos, pois queriam colar rapidamente seu material. Um aluno durante a colagem dos espelhos no periscópio disse que sabia o que acontecia com a luz quando incidia no espelho, e realmente sabia e explicou a parte da reflexão da luz nos espelhos corretamente.

### **8.1.1 Exposição Sobre o Periscópio**

A aula do dia 09/09/2013 foi dedicada à explicação dos conceitos físicos envolvidos na construção do periscópio. Muitos alunos questionaram se o instrumento poderia ser levado para suas casas, demonstrando interesse no instrumento montado. A análise do pré-teste, mostrou que os alunos tinham maior dificuldade de explicar a parte da reflexão e do campo visual, devido a isto foram inseridas, nas aulas, mais questões sobre campo visual e reflexão, todas retiradas do livro *Física Conceitual* (Hewitt 2002). A aula iniciou-se com explicação sobre as aplicações do periscópio, comentou-se sobre sua utilidade nos submarinos. Foram explicados os conceitos de luz, corpo iluminado e corpo luminoso, sobre os quais os alunos demonstraram possuir conhecimentos prévios, o que já havia sido verificado no pré-teste. Quando chegou em espelhos planos foi falado de imagens

virtuais e mostrado através de uma lupa (Figura 5) como seria uma imagem real identificando para eles a diferença entre os dois tipos de imagens.

**Figura 5:** Demonstração de uma imagem real



Em relação às imagens enantiomorfas foi colocado, no slide, uma figura de uma ambulância e com a escrita ao contrário, foi então perguntado o porquê que isto ocorre e alguns alunos responderam corretamente, enquanto outros alunos nunca tinham percebido que a ambulância é escrita ao contrário. Para explicar o porquê desta inversão foram entregues, aos alunos, alguns espelhos para que os mesmos pudessem observar (Figura 6) que a inversão é feita justamente para possibilitar a leitura correta da palavra por parte dos motoristas que observam a ambulância pelo espelho retrovisor.

**Figura 6:** Explicação de como funciona uma imagem enantiomorfa

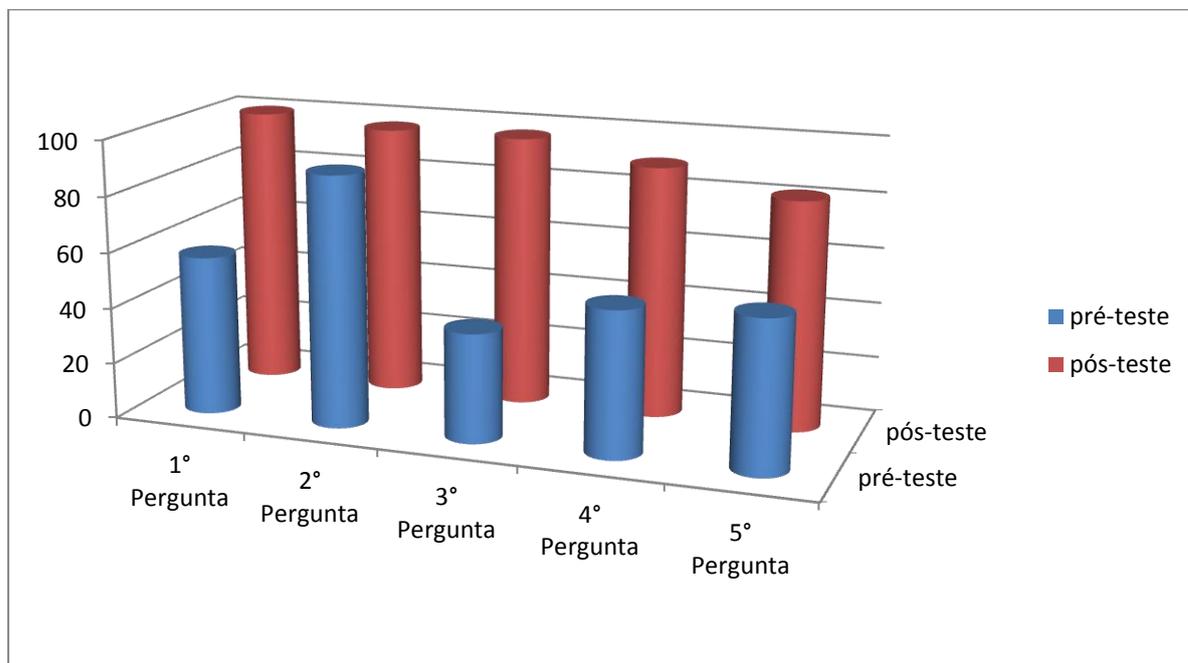


Quando chegou na parte da reflexão foram explicados os princípios da reflexão e, como já haviam sido discutidos os conceitos de óptica geométrica, foi perguntado aos alunos o que acontece no periscópio para que realmente pudéssemos ver? Todos os alunos então responderam corretamente utilizando o periscópio que a luz reflete em um espelho, reflete no outro até chegar ao nosso olho.

### **8.1.2 Análise**

A análise do pré-teste mostrou que os alunos possuíam uma boa noção sobre o conceito de luz. Tendo uma maior dificuldade na parte dos conceitos de reflexão e campo visual. O gráfico abaixo mostra o resultado do pré-teste e pós-teste feitos com os alunos.

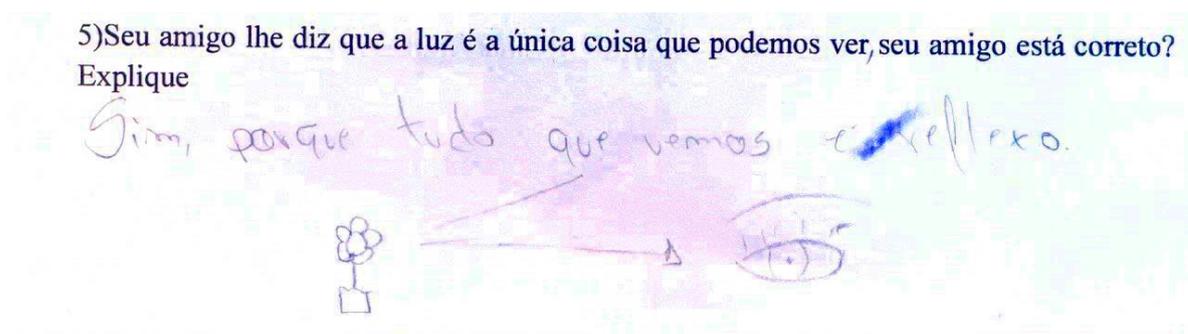
**Gráfico 1:** Percentual de acertos das respostas dos alunos no pré-teste e pós-teste sobre o periscópio.



Na última pergunta, que é discursiva, os alunos se contradiziam, pois alguns diziam que “não”, a luz não é a única coisa que vemos, mas ao mesmo tempo descreveram que conseguimos ver um objeto porque a luz reflete nele. A aluna Maria escreveu a seguinte resposta na ultima pergunta: *“Não, pois a luz ilumina os objetos e eu vejo-os, não olho para a luz e sim para os objetos e consigo vê-los.* Já o aluno Tiago também se contradisse na resposta, onde escreveu o seguinte: *“ Não, Porque podemos visualizar o objeto através da reflexão da luz”.* Estas contradições mostram que é muito difícil para os alunos aceitar a ideia de que a luz é a única coisa que vemos. Durante a aula e slide foi perguntado para os alunos se colocarmos um objeto em um quarto escuro sem luminosidade conseguimos vê-los, eles responderam que não, foi então novamente discutido com eles sobre a luz.

No pós-teste, observou-se uma melhora na resposta da questão 3, que tratava da reflexão, como se percebeu uma dificuldade maior nesta questão ela foi mais debatida em sala de aula. Um dos alunos durante a aula perguntou porque não fazíamos uma experiência usando o laser e o espelho para ver a reflexão, mostrando que havia apreendido e que o assunto tinha sido entendido de maneira

significativa para ele. Houve também um comentário sobre a reflexão que mostrou vestígios de aprendizagem significativa, um dos alunos comentou. “ *Por isso quando colamos os espelhos é necessário saber exatamente a posição pois, se colarmos um espelho virado, vai haver a reflexão da luz em um espelho e não em outro* ” . Já um outro aluno relacionou a reflexão difusa e especular com a nossa imagem em um lago, ele comentou durante a aula “*Por isso que as vezes eu consigo me ver na agua e outras vezes não é por dos tipos de reflexão*”. Isto é um indicativo da ocorrência de aprendizagem significativa e que os alunos estão relacionando os conceitos estudados com o seu dia-a-dia. Mesmo havendo algumas contradições em relação à última pergunta os alunos obtiveram uma grande melhora. Um dos alunos desenhou o esquema de reflexão, para explicar como podemos enxergar os objetos. A imagem abaixo mostra o desenho feito pelo aluno.



## 8.2 Construção do Espectroscópio

A construção do espectroscópio começou no dia 23 de setembro como aconteceu com o periscópio foi aplicado um pré-teste para analisar os conhecimentos prévios dos alunos e em seguida distribuído o material para a construção do experimento.

Abaixo se encontra um quadro com as questões que foram analisadas no pré-teste e pós-teste



**Figura 7:** Construção do espectroscópio



**Figura 8:** Utilização do espectroscópio



### 8.2.1 Exposição Sobre o Espectroscópio

No dia 26/09/2013, foi iniciada a explicação sobre o espectroscópio com os alunos. A aula começou sendo lembrado com os alunos o espectro eletromagnético e

corpos luminosos e iluminados que eles já haviam estudado, pois segundo Ausubel é importante que se volte aos conceitos já estudados, num momento em que se trazem novas informações e conexões.

Foi explicado para os alunos sobre a decomposição da luz branca, e eles utilizaram então o espectroscópio para observar o espectro da luz. Durante a aula foi falado sobre as cores dos corpos e que ela depende do tipo de luz que os ilumina, os alunos sentiram bastante dificuldade nesta etapa da apresentação, foi preciso explicar com ainda mais calma para que eles conseguissem entender o assunto. Também devido a análise do pré-teste, foram incluídas mais perguntas nos slide sobre as cores dos corpos, estas questões foram também retiradas do livro *Física Conceitual* e foram discutidas em sala de aula.

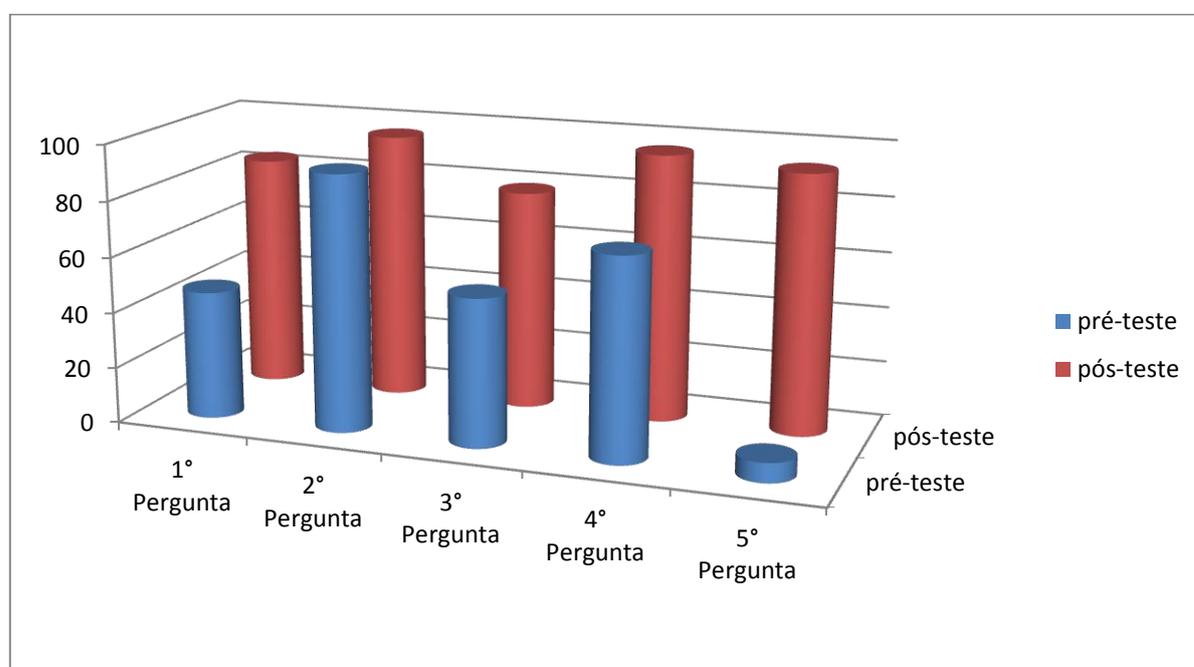
A primeira pergunta a ser discutida foi o porquê das folhas da rosa ficarem pretas quando iluminadas com luz vermelha, esta questão deixou alguns alunos confusos, pois eles confundiam cores de luz com cores de tinta. A segunda pergunta, foi o porquê de frequentemente vemos um bonito azul profundo quando olhamos para a superfície de um lago ou oceano? Os alunos responderam que era devido à luz, mas não sabiam explicar maiores detalhes. Foi discutida com eles esta questão, e quando informados que era devido à reflexão do céu azul eles ficaram bastante surpresos. Um dos alunos perguntou. *“Mas afinal, por que o céu é azul?”*. Antes de responder esta pergunta, outro aluno entrevistou e disse: *“É porque a luz bate no oxigênio e se se espalha né professora?”*. Foi, então, explicado para os alunos como ocorre o arco-íris, mas o interessante é perceber que eles estavam bastante interessados pelo assunto estudado.

Durante a aula foi discutido também como os cientistas sabem do que são feitas as estrelas, foi conversado com eles sobre os diferentes espectros dos elementos químicos que são como se fossem sua impressão digital. Como no laboratório de ciências o teto é coberto por um painel que possui estrelas os alunos se envolveram ainda mais no assunto. Uma das alunas disse que vai estudar física só para poder entender todas estas coisas que existem. É interessante perceber como estes temas chamam a atenção dos alunos, fazendo que a aula se torne mais interessante e produtiva.

## 8.2.2 Análise

No pré-teste pôde-se perceber que os alunos fazem confusões a respeito da separação da luz branca e união da luz branca sendo que muitos alunos assinalaram a alternativa (a) como resposta correta à primeira questão, como mostra o gráfico abaixo. Porém, vale ressaltar que eles responderam o questionário antes de observarem o espectro da luz branca com o espectroscópio, o que favoreceu para grande maioria dos alunos errarem na primeira questão.

**Gráfico 2:** Análise do percentual de acertos das respostas dos alunos no pré-teste e pós-teste sobre o espectroscópio.



Na terceira pergunta eles deveriam assinalar a resposta certa e explicar o porquê de escolherem determinada alternativa, porém muitos alunos sabiam que a melhor cor de roupa a se usar em dia de verão é o branco, mas não sabiam explicar o porquê. A quinta pergunta foi a que os alunos se saíram pior, devido a esta ser uma pergunta discursiva, apenas três alunos conseguiram elaborar uma resposta. A grande maioria dos questionários estava em branco na última questão. Durante a aplicação do pré-teste os alunos comentaram que não tinham ideia do porquê das folhas tornarem-se mais quentes do que as pétalas quando a luz vermelha incide sobre uma rosa vermelha.

Após a aplicação do pós-teste, percebeu-se uma melhora na primeira questão. É importante mencionar que durante aula os alunos relacionaram o espectroscópio com o arco-íris e um dos alunos comentou. *“No arco-íris ocorre tipo o espectroscópio né? A luz se separa”*. Mostrando que a aprendizagem estava sendo significativa e que os alunos estavam conseguindo relacionar os conceitos físicos que foram estudados através do instrumento óptico com situações do cotidiano.

A questão que teve maior porcentagem de acertos foi a pergunta número cinco, devido ao fato de haver durante, as aulas, muitos questionamento sobre as cores dos corpos, foi importante mencionar inclusive a existência de fótons embora não se tenha aprofundado o conceito. Da questão cinco foram retiradas algumas respostas dos alunos, para mostrar que grande parte das respostas se encontram neste nível. O aluno Hugo, por exemplo, escreveu a seguinte resposta na questão 5: *“Porque a luz vermelha é refletida pela pétala (que é vermelha). Já a folha ( que é verde), absorve mais luz. Já o aluno Lucas escreveu: “As pétalas já são vermelhas por isso não absorve o vermelho e como as folhas são verdes vai absorver o vermelho e assim fica mais quente”*. As respostas dos alunos em geral foram bem elaboradas. Na pergunta três também houve uma porcentagem maior de acertos, onde os alunos além de assinalar corretamente a alternativa, conseguiram explicar a resposta. Foram extraídos dos testes, alguns exemplos de respostas dos alunos para a terceira questão. A aluna Ana respondeu: *“A luz branca reflete todas as cores”*. Já um outro aluno escreveu: *“Porque nenhuma cor é absorvida. Tudo é refletido. Outros alunos ainda escreveram que o branco é a união de todas as cores, por isso reflete todas as cores.*

### **8.2.3 Construção do Telescópio e do Porquinho Virtual**

No dia 08/10/2013 foi iniciado o trabalho sobre o telescópio e o porquinho virtual, neste dia foi aplicado o pré-teste com os alunos e iniciado a montagem do experimento. Abaixo segue o quadro com as perguntas que foram aplicadas no pré-teste e reaplicadas no pós-teste.

Quadro 3: Questões sobre o telescópio e o porquinho virtual, aplicadas nos testes

<b>Questões sobre o Telescópio e o Porquinho Virtual</b>
<p>1) Qual é a função do telescópio?</p> <p>a) Diminuir a imagem para o tamanho da pupila do nosso olho ( )</p> <p>b) Aumentar a imagem para o tamanho da pupila do nosso olho ( )</p> <p>c) Produzir um campo magnético ( )</p> <p>d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>2) Ao nos colocarmos do lado de fora de uma piscina cheia de água e olhar em direção ao fundo dela vamos perceber que seu fundo parece estar em altura diferente. Que tipo de fenômeno você acha que esta acontecendo?</p> <p>a) Eletrização ( )    b) Reflexão ( )    c) Refração ( )    d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>3) Porque o diamante é tão brilhante?</p> <p>a) Devido a reflexão interna total ( )</p> <p>b) Devido a refração interna total ( )</p> <p>c) Devido o fenômeno da Ressonância ( )</p> <p>d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>4) As lentes podem ser classificadas pela sua espessura, como é classificada as lente que possuem espessura central mais fina?</p> <p>a) Seletivas ( )    b) Divergentes ( )    c) Convergentes ( )    d) Não sei a resposta ( )</p>
<p>5) É possível queimar papel com uma lente divergente? Explique</p>

É importante ressaltar que mesmo sendo entregues os roteiros aos alunos, eles demonstraram bastante dificuldade em segui-lo, portanto durante a construção de todos os instrumentos ópticos se levou os moldes de como deveriam ser feitos os experimentos, isto possibilitou uma maior agilidade na construção dos equipamentos ópticos, embora fosse possível propor adaptações.

Na construção do telescópio com garrafa pet, cada aluno utilizou duas garrafas e duas lupas. Na Figura 9 temos a imagem dos alunos recortando e colando as lupas na garrafa pet.

**Figura 9:** Construção do telescópio



As garrafas foram sendo recolhidas durante semanas de uma lanchonete que se dispôs a guardá-las para que fossem utilizadas na escola, já as lupas, assim como os outros materiais, foram comprados e cedidos aos alunos. Os alunos ficaram muito eufóricos quando receberam as lupas. Muitos relataram que sempre tiveram vontade de ter uma lupa e mostraram-se bastante empolgados para a construção do experimento. Depois que construíram o experimento os alunos observaram a imagem do painel Marie Currie, como mostra a Figura 10. É importante mencionar que os alunos estranharam o fato da imagem estar de cabeça para baixo, alguns alunos acharam que o telescópio não estava funcionando direito.

**Figura 10:** Utilização do telescópio com observação do painel Marie Currie



Na construção do porquinho virtual, os alunos utilizaram massinha de modelar para a confecção do “porquinho”, porem alguns alunos construíram imagens de outros objetos. O porquinho virtual e o telescópio foram construídos no mesmo dia, abaixo segue a imagem dos alunos na construção do porquinho virtual.

**Figura 11:** Construção do porquinho virtual pelos alunos



Para observar a imagem do porquinho (Figura 12) foi utilizada uma lupa e uma lanterna, os alunos sentiram dificuldade na realização do experimento, pois depende da posição do objeto e da lupa para conseguirmos ver a imagem. A aluna que possui deficiência auditiva foi a que melhor conseguiu fazer o experimento, esta aluna fica mais afastada do grande grupo e quando ela conseguiu a realização do experimento os demais passaram a interagir mais com ela, sendo que ela explicou para eles como conseguiu formar as imagens, isto proporcionou uma inclusão maior entre ela e os demais alunos.

**Figura 12:** Realização da prática do porquinho virtual



#### **8.2.4 Exposição da Aula do Telescópio e do Porquinho Virtual**

A aula sobre os conceitos físicos que envolvem os experimentos começou no dia 21/10/2013, iniciou-se falando sobre a piscina, o porquê o fundo dela parece estar mais alto. Como eu havia trabalhado a reflexão com eles a grande maioria considerou que o fenômeno óptico que ocorria era a reflexão. Iniciei desta forma o conceito de refração com os alunos, explicando o porquê ela ocorre e quais as leis que regem a refração. Foi discutido com os alunos o ângulo limite de refração para então se chegar à reflexão total. Também foi falado sobre a fibra óptica e como ela

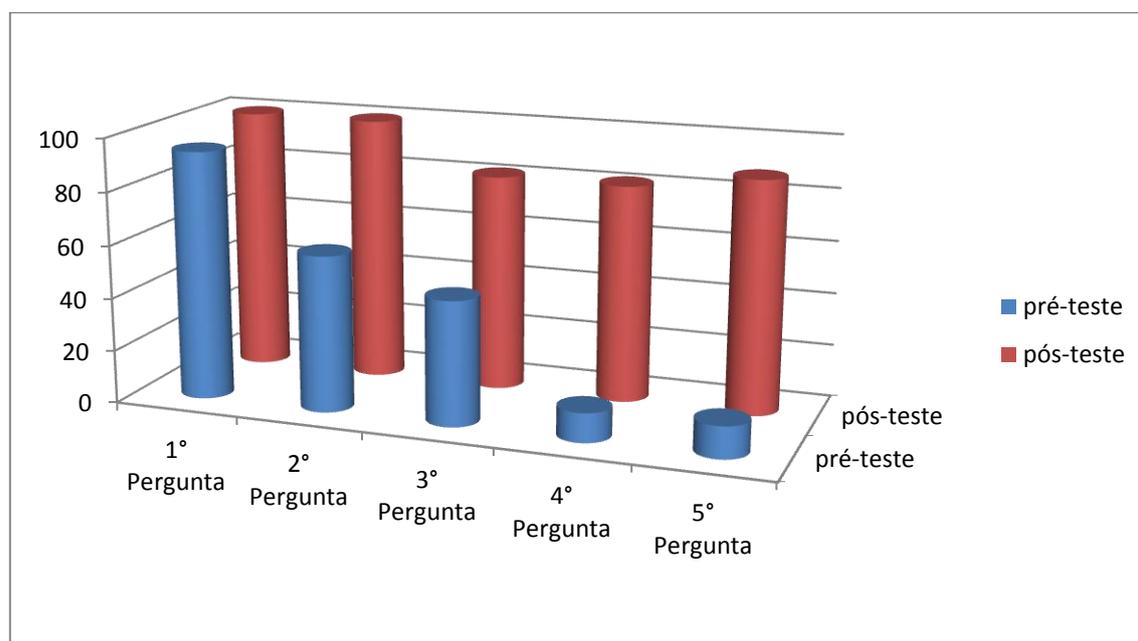
funciona, além do porquê do diamante ser brilhoso. Em relação às lentes, os alunos foram questionados sobre que tipo de lente foi utilizado no telescópio. A grande maioria dos alunos respondeu que era a lente convergente. Foram discutidos os conceitos de imagem real e virtual de uma lente e houve uma pergunta interessante. Uma aluna quis saber por que não enxergamos de cabeça para baixo com a lupa já que temos lente convergente no nosso olho, e o telescópio vemos de cabeça para baixo e também se usa lentes convergentes, depois da explicação desta questão os alunos também questionaram se com o telescópio eles iriam ver o céu de cabeça para baixo, eu respondi que sim, eles então ficaram surpresos.

Durante a explicação sobre alguns problemas de visão e que tipo de lente se utiliza para corrigi-los, foi realizado o experimento da câmera escura com os alunos para eles perceberem como funciona o nosso olho. Foi explicado por fim como conseguimos ver uma imagem real na lupa, onde a imagem real que foi vista foi devido à lupa agir como um espelho côncavo, formando uma imagem real e invertida.

### **8.2.5 Análise**

Durante análise do pré-teste pôde-se perceber que os alunos possuem, de certa forma, algum conhecimento sobre o telescópio, já que uma grande porcentagem dos alunos acertou a primeira pergunta. Como se pode perceber no gráfico abaixo.

**Gráfico 3:** Análise do percentual de acertos das respostas dos alunos no pré-teste e pós-teste sobre o telescópio e o porquinho virtual.



Em relação à segunda e à terceira pergunta houve um maior percentual de erro, isto aconteceu pelo fato dos alunos confundirem reflexão com refração, pelo fato de terem estudado sobre reflexão da luz associando e, desta forma, fizeram uma associação incorreta entre o fenômeno estudado e o que se apresentava no questionário. Já no pós-teste houve uma porcentagem grande de acerto, pois este fenômeno foi bastante discutido em aula, foi feito o experimento do lápis no copo de água para reforçar a explicação sobre refração. A quarta pergunta no pré-teste teve também uma porcentagem de erro grande, mas que, durante a aplicação do pós-teste, percebeu-se o contrário. Em relação à última pergunta, que é discursiva, os alunos se confundiram, pois eles sabiam que a lente é capaz de queimar papel inclusive um aluno respondeu: “*Sim, pois ela esquenta ao concentrar a luz em um só ponto*”, porém eles não prestaram atenção no tipo de lente que foi falada no enunciado onde se tratava de uma lente divergente. Durante a análise do pós-teste eles aumentaram a atenção e a grande maioria dos alunos respondeu corretamente a questão, houve um aluno que desenhou os raios da lente divergente.

É importante mencionar que na escola em que o trabalho foi realizado, uma vez por mês se tem uma aula de leitura e que algumas vezes este dia acabava

caindo justamente nas aulas de física, porém os alunos pediam para que não houvesse aula de leitura, porque eles acabavam apenas conversando e não liam nada, eles preferiam ter as aulas de física, pois assim eles iriam aprender em vez de ficar apenas conversando. Este fato que ocorreu foi muito importante porque demonstrou o interesse dos alunos pelas aulas, mostrando assim que a proposta do trabalho estava sendo alcançada.

### **8.2.6 Grupo Focal**

Os alunos foram convidados a falar sobre o seu aprendizado durante a aplicação das atividades. Desta forma, buscou-se verificar evidências de aprendizagem dos conteúdos de forma significativa. A técnica do grupo focal foi escolhida, pois segundo (GUI, 2003) o grupo focal busca a pluralidade de ideias. Desta maneira o destaque está na interação dentro do grupo, fundamentada em tópicos oferecidos pelo pesquisador, que irá assumir o papel de moderador. O interesse é que seja criado um ambiente social onde o indivíduo possa interagir com os demais defendendo e revendo as suas opiniões. Essa abordagem, portanto, possibilita também ao pesquisador aprofundar sua compreensão das respostas obtidas.

De acordo com Backes (2011), a área da pesquisa qualitativa possui diversas possibilidades metodológicas, as quais possibilitam um processo ativo de adesão a novas formas de coleta e de análise de dados. Entre essas possibilidades, o grupo focal representa uma técnica de coleta de dados onde a interação entre um grande grupo, acaba promovendo uma problematização sobre um tema. O autor ainda afirma que, buscando por uma caracterização dessa técnica, pode-se dizer que se trata de uma entrevista em grupo, na qual a interação configura-se como parte integrante do método. O grupo focal traz a possibilidade dos participantes poderem expor seu ponto de vista sobre as reflexões de determinados assuntos.

Para a condução do grupo focal foram elaboradas questões, em cujas respostas os alunos pudessem expressar suas opiniões. As respostas dos alunos

foram transcritas e analisadas para percebermos se de fato a experimentação fez diferença em sala de aula.

A análise das respostas dos alunos demonstrou que a experimentação contribuiu em sala de aula, pois tornou a aula mais interessante e despertou o interesse em estudar os conceitos físicos, além disso, a aula experimental possibilitou que os alunos interagissem mais uns com os outros. Esta opinião poder ser exemplificada na fala do aluno Carlos que diz: *“Sim, os experimentos contribuíram para a aula, pois a aula se tornou melhor, não foi apenas só o professor falar e a gente copiar do quadro a aula se tornou mais interessante”*. Outro aluno disse: *“A gente pode trocar ideias com os colegas, fica melhor fazer os experimentos assim”*. A experimentação é importante pois os alunos conseguem visualizar na prática o que está sendo explicado em sala de aula, a aula se torna mais produtiva e melhora o aprendizado do aluno, conforme pode-se verificar na fala do aluno Carlos: *“Com o experimento é melhor para entender a matéria, a gente consegue ver o que está acontecendo”*. Um outro aluno diz: *“Foi interessante fazer os experimentos, foi legal a gente viu também na prática não só na teoria”*. Um outro aluno comentou que os experimentos foram exemplos que eles podem visualizar.

A construção dos experimentos pelos alunos foi importante, pois durante a aula expositiva eles conseguiram perceber o porquê da construção do instrumento óptico daquela maneira, relacionando assim os conceitos Físicos inerentes ao fenômeno observado. Pôde-se notar que isso aconteceu em sala de aula através da fala da aluna Ana que diz: *“Foi importante a construção dos experimentos, pois como foi a gente que teve que fazer, [depois de realizado] a gente vai lembrando do que fez no experimento e assim conseguimos aprender mais”*.

As aulas em slide foram sobre os conceitos físicos dos experimentos, o que se pôde perceber durante o grupo focal é que os alunos sentiram diferenças positivas em relação à própria aprendizagem e motivação, pois eles estavam acostumados com bastante cálculo nas aulas. Uma das alunas relatou que achou *“estranho não ter tanta conta”*. Foi explicado a ela que, nestas aulas com experimentos, buscou-se enfatizar justamente a parte conceitual da Física, e os experimentos foram utilizados como um material potencialmente significativo para a

explicação destes conceitos físicos. Um dos alunos relatou que foi justamente “*por não ter tanta conta que ele gostou mais da aula*”.

Questionados sobre quais os experimentos eles mais gostaram, destacaram o periscópio e o telescópio. Uma aluna relatou que seu pai ficou uma semana “brincando” com o periscópio. Quando questionada sobre se havia explicado ao pai sobre a Física do periscópio, respondeu “*Até tentei, mas ele estava tão animado que nem quis me ouvir*”. Um outro aluno contou que seu pai havia adorado a lupa, estes comentários (dos alunos) foram importantes pois mostraram que eles levaram para casa os instrumentos ópticos e, de certa forma, procuram repassar o que aprenderam em sala de aula, o que permite uma grande satisfação com o resultado final do trabalho.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Embasando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira, percebeu-se que uma das contribuições da atividade de experimentação foi a grande influência na aceitação, por parte dos alunos, da metodologia educacional adotada, o que já era esperado embora não estimássemos, antes da pesquisa, qual o nível desta influência.

O experimento por si só já possui um papel lúdico e interacional que tende a contribuir para a aprendizagem, gerando questões motivadoras e contribuindo para a quebra de uma rotina escolar que, muitas vezes, é baseada exclusivamente em aulas expositiva. Os experimentos possuem o potencial para organizar e problematizar os conceitos, para Moreira, 2006, a utilização de organizadores prévios deve servir como um “ancoradouro provisório” para a nova aprendizagem e que assim possa conduzir ao desenvolvimento de conceitos, ideias relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente.

Nesta pesquisa não se buscou apenas a apresentação lúdica de uma atividade experimental com seus fenômenos interessantes, mas sim um processo mais extenso de ensino aprendizagem onde a experimentação pôde ajudar a criar um contexto significativo e a motivar o aluno para compreensão dos conceitos físicos relacionados aos equipamentos ópticos.

Para a avaliação foi utilizado um teste com quatro questões de múltipla escolha e uma discursiva. Após isso, a análise das respostas, embora de forma rudimentar, foram comparados os resultados dos testes, revelando-se um resultado positivo para a atividade experimental, em relação à aprendizagem dos conceitos. As respostas do pós-teste, após a aplicação do material didático e da aula em *slides*, mostraram mudanças conceituais relevantes nos alunos. Este resultado, de certo modo, já atendeu aos objetivos do trabalho, revelando que o enfoque no qual se trabalhou os experimentos contribuiu para que ocorresse uma motivação nos alunos em relação aos assuntos da óptica, o que viria a contribuir para facilitar o processo ensino-aprendizagem.

Como forma de avaliação do projeto foi realizado um grupo focal, a análise das respostas dos alunos em relação à experimentação foi positiva no sentido de que os alunos gostaram de construir os experimento e consideraram que sem os instrumentos ópticos não teriam tanta vontade de aprender os conceitos físicos ensinados durante a aula, sendo que para eles ficou bem mais fácil entender o que estava sendo ensinado em sala de aula, mais um exemplo que indica potencialidades da realização dos experimentos nesta perspectiva para a geração de predisposição para aprender, uma das condições para a aprendizagem significativa segundo Ausubel.

Não se pode ignorar a contribuição deste trabalho em termos acadêmicos e pessoais, o tempo dedicado a este trabalho leva à reflexões sobre as possibilidades de uma prática pedagógica pautada em um referencial de ensino.

Sabe-se que a experimentação pode ter o papel de motivar o aluno para a aprendizagem, porém é importante ressaltar que a condução da aprendizagem a partir dela passa pelo professor onde este trabalhará os experimentos conceitualizando os fenômenos observados pelos estudantes.

Através dos resultados, pôde-se perceber que quanto mais motivadora, diversificada e clara for a aula, maior o rendimento dos alunos, desta forma devemos procurar tornar as aulas mais significativas e concretas. É importante passar para os alunos a beleza daquilo que está sendo explicado, além disso é necessário que o professor se empolgue com aquilo que está sendo passado para o aluno, para que este passe a se envolver ainda mais com a atividade que está sendo proposta.



## 10 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.; ABIB, M. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n.2, junho 2003.
- BACKES, D.S.; COLOMÉ, J.S.; ERDMANN, R.H.; LUNARDI, V.L. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. O mundo da saúde, São Paulo: v.35, n.4, p.438-442., (2011)
- BERNARDES, T.et.al. **Abordando o ensino de Óptica através da construção de telescópios.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 391-396, (2006).
- BERNARDES, T. O.; LACHER, G. **Metodologia para o Ensino de Astronomia e Física através da construção de telescópios.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 1: p. 103-117, abr. 2008.
- BONADIMAN, H. N.; SANDRA, E.B. **O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.
- CARDOSO, H.; MENDES, J. **Improvizando dentro da sala de aula.** Física na Escola, v. 3, n. 2, p.5-6, 2002.
- CATALI, F.; REIS, C. **Demonstre em aula: imagens dentro de lâmpadas.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.21, n.2, p.115-119, Abril, 2004.
- COSTA, G.; CORTESE, B.; SCURACHIO, R.; CATUNDRA, T. **Caixa de cores para a mistura de luzes coloridas.** Física na escola, v. 9, n. 2, p. 25-28, 2008.
- DAMASIO, F. et. al. **Mapas Conceituais e Diagramas V como ferramentas para promover a auto avaliação na formação de professores de Física.** In IV ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA. Atas. Porto Alegre: UFRGS, 2011. P. 47-54(página 47, 54 do PDF):
- GUI, T. R. Grupo focal em pesquisa qualitativa aplicada: intersubjetividade e construção de sentido. Rev. Psicol.Organ. Trab. v.3 n.1 Florianópolis jun. 2003
- HEINECK, R.; ARRIBAS, S, D. **Câmera escura.** Cad. Bras. Ens. Fís., v.21, n. especial: p. 303-307. 2004.
- HEWITT, P. G. Física Conceitual – 9º edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MARINELI, F. P.; ALMEIDA, L. J. **Uma interpretação para as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.28, n.4, p. 497-505, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, 2000 b, p. 33-45.

Moreira, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Editora UNB. 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica 1**. Instituto de Física da UFRGS. 2010

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. (Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências). 2009

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa** (Concept maps and meaningful learning) Instituto de Física - UFRGS 90501-970 Porto Alegre - RS, Brasil.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. pg.152

OLIVEIRA, E.S.; LIMA, I.S.; DUTRA, G. **Material de baixo custo para laboratório de ensino: construção de uma fonte para banco óptico**. Física na Escola, v. 13, n. 1, 2012.

RODRIGUES, A.A. **Divulgação científica na formação docente: Construindo e divulgando conhecimento por meio do rádio e da internet**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal do rio Grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre 2012

SILVA, O.H. M.; LABURÚ, C. E. **Invisibilidade da garrafa (a explicação correta)**. Cad. Bras. Ens. Fís., v.21, n. 1: p. 94-97, abr. 2004.