



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

**DO LÚDICO AO CIENTÍFICO: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE  
MÓDULOS EXPERIMENTAIS DE ÓPTICA EM MUSEUS DE  
CIÊNCIAS E EM AMBIENTES ESCOLARES**

Grazielle Rodrigues Pereira

**RIO DE JANEIRO**

**2007**



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
Fiocruz

**INSTITUTO OSWALDO CRUZ**  
**Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde**  
**Mestrado em Ensino de Biociências e Saúde**

**GRAZIELLE RODRIGUES PEREIRA**

**DO LÚDICO AO CIENTÍFICO: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE MÓDULOS  
EXPERIMENTAIS DE ÓPTICA EM MUSEUS DE CIÊNCIAS E EM AMBIENTES  
ESCOLARES**

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como  
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Biociências e Saúde.

**Orientador:** Prof. Dr. Robson Coutinho Silva, PhD.

**RIO DE JANEIRO**

**2007**

ii

Pereira, G. R.

Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos experimentais de óptica em museus de ciências e em ambientes escolares / Grazielle Rodrigues Pereira. – Rio de Janeiro, 2007.

166 p., 29,7 cm.

Orientador: Robson Coutinho Silva

Dissertação (Mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Ensino de Biociências e Saúde, 2007.

1. Aparatos experimentais.
2. Concepções espontâneas.
3. Ensino de Óptica.
4. Divulgação científica.



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz

**INSTITUTO OSWALDO CRUZ**  
**Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde**  
**Mestrado em Ensino de Biociências e Saúde**

***GRAZIELLE RODRIGUES PEREIRA***

**DO LÚDICO AO CIENTÍFICO: CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE MÓDULOS  
EXPERIMENTAIS DE ÓPTICA EM MUSEUS DE CIÊNCIAS E EM AMBIENTES  
ESCOLARES.**

**Orientador:** Prof. Dr. Robson Coutinho Silva

Aprovada em: 25/05/2007

**EXAMINADORES:**

Prof. Dra. Lucia Rodriguez de La Rocque / Fiocruz – Presidente

Prof. Dr. Douglas Falcão Silva / Mast

Prof. Dr. Henrique Gomes de Paiva Lins de Barros / CBPF

Revisora: Prof. Dra. Claudia Jurberg / Fiocruz

Suplente: Prof. Dra. Andrea Henriques Pons / Fiocruz

Rio de Janeiro, 25 de maio de 2007

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amados pais, Osmarino e Itamar, pela imensa paciência, e apoio em todos os momentos de minha vida, dispensando-me carinho, ajuda, conselhos, muito amor e principalmente, por serem minha fortaleza. Ao meu amado irmão, Douglas, pela paciência, ajuda, afeto e amor.

Ao meu amado noivo e amigo, Marcelo, pela grande paciência, pelos conselhos, ajuda e principalmente por compreender os momentos em que estive ausente.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir que até aqui eu pudesse chegar.

Ao meu amigo e orientador, Dr. Robson, que me acolheu desde minha iniciação científica no Espaço Ciência Viva, em especial, agradeço pelo seu carinho e flexibilidade ajudando-me a desenvolver o presente trabalho;

À minha grande amiga Fabíola por todo apoio dispensado;

À amiga Eulina, pelos conselhos e por me incentivar a ingressar nesse curso de mestrado;

Agradeço aos meus amados alunos do Cefet Química da CAM 222, aos meus monitores da Licenciatura em Física e do curso superior em Produção Cultural que atuam ou atuaram no Centro de Ciências e Cultura do CEFETEQ;

Aos monitores do Centro de Ciências e Cultura do CefeteQ: Marcelo, Andréia, Bruno, Mayara, Joana, Luíza, Renato, Marcus Valério e Jonathas;

Ao meu aluno de iniciação científica, Marcus Vinícius;

Aos meus amigos do Cefet Química, Luiz Edmundo, Maura, Miguel, Carla e Gabi, por todo apoio e carinho;

À direção geral do Cefet Química por permitir o desenvolvimento do meu trabalho no Centro de Ciências e Cultura de CEFETEQ;

Agradeço aos meus amigos do Espaço Ciência Viva, muito obrigada por toda ajuda!!

Agradeço aos meus amigos Carlinhos, Thadeu, Flávio, Tati, Sulamita, Fabíola, Paula, Renata, Sr. Edivaldo, Gustavo e outros que estiveram me auxiliando na construção do Espaço “Mundo das Luzes e Cores” e no momento da coleta de dados no ECV, muito obrigada por tudo!

À amiga Tatiana por ir comigo até às escolas da Tijuca;

À direção do Espaço Ciência Viva por permitir que este trabalho fosse realizado;

Ao Paulo Colonesse pela doação de alguns objetos para o módulo de ECV;

Agradeço ao meu amigo e engenheiro Flávio por sua grande ajuda durante a construção do Espaço “Mundo das Luzes e Cores” no ECV;

À amiga Fátima pela ajuda na revisão da dissertação;

Ao amigo Dr. Douglas Falcão por sanar algumas dúvidas;

À Dra. Danielle Grynszpan e Dra. Andréa Henriques pelas contribuições e sugestões dispensadas para este trabalho;

Ao amigo Antônio Carlos da Petrobras, por toda ajuda em informática;

Um agradecimento muito especial a Dra. Claudia Jurberg por revisar com muito carinho e dedicação este trabalho, contribuído de forma ímpar para o desenvolvimento final da dissertação;

À Dr. Tania Cremonini de Araujo-Jorge e ao Dr. Júlio Vianna, atual coordenador da Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde, por todo apoio;

À amiga Márcia, secretária da Pós – Graduação por toda ajuda e paciência;

Aos meus amigos do mestrado: Héilton, Simone Carvalho, Érica, Thais, Airton, Gabi e Edinho pela amizade e companheirismo;

À Fundação Vitae de Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a realização do trabalho no ECV;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente estiveram me apoiando para que este trabalho se concretizasse.

O pensamento lógico pode levar você de A a B, mas a imaginação te leva a qualquer parte do Universo.

Albert Einstein



## RESUMO

Observamos nas salas de aula, enquanto professores da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), que nossos estudantes, apesar de compreenderem as Ciências como o estudo da Natureza de um modo geral, têm dificuldades em estabelecer relações entre os conhecimentos que lhes são transmitidos e suas respectivas aplicações no cotidiano. Essas disciplinas têm sido lecionadas de maneira descontextualizada e excessivamente matematizada. As avaliações focalizam mais a capacidade de memorização do que a capacidade de hábitos de estudo causando um grande desinteresse por parte dos alunos pelas Ciências. O ensino de óptica em muitas instituições com ensino tradicional não contemplam as concepções prévias dos estudantes, bem como privilegiam o ensino dessa Ciência com ênfase na transmissão de conteúdos, bem como se encontra desvinculado aos aspectos físicos ligados à natureza, processo de visão, refração e reflexão da luz, entre outros, tornando o aprendizado mais difícil. O presente estudo tem como objetivo investigar o impacto de atividades museais concernentes a alguns fenômenos da óptica em um museu de ciências, bem como em ambientes escolares. Para fundamentar o trabalho e justificar as atividades experimentais desenvolvidas na área de óptica, suscitamos a partir da análise de alguns trabalhos de pesquisa as atuais condições do ensino das Ciências, em especial a Óptica. O estudo teve como base inicial uma investigação orientada pelos padrões da pesquisa qualitativa desenvolvida nos campos educacionais formal e não-formal, bem como a partir de dados mensurados. A coleta de dados foi realizada por meio de estudo comparado de resultados de questionários pré e pós-intervenção. Foram empregadas atividades formada por aparatos experimentais, entrevista semi-estruturada - antes e depois da participação nas atividades experimentais - e pela técnica da lembrança estimulada, que ocorreu quatro meses após nossa intervenção experimental. Os resultados desse estudo demonstraram que as atividades experimentais exerceram um impacto favorável sobre os estudantes, onde foi possível observar transformações nas concepções prévias dos participantes, bem como constatamos um grande interesse por parte dos estudantes em saber mais sobre os fenômenos de óptica, após participarem das atividades experimentais.

Palavras-chave: aparatos experimentais, concepções espontâneas, ensino da óptica, divulgação científica.

## ABSTRACT

We observed at the classrooms, while teachers of the Basic Education (Fundamental and Medium Teach), that our students, in spite of they understand the Sciences as the study of the Nature in general, they have difficulties in establishing relationships among the knowledge that are transmitted them and their respective applications in the daily. Those disciplines have been taught in a way without context and in a mathematical compass, the evaluations focus more the memorization capacity than the capacity of study habits causing a great indifference on the part of the students for the sciences. The teaching of optical in a lot of institutions with traditional teaching doesn't contemplate the students' previous conceptions, as well as they privilege the teaching of that science with emphasis in the transmission of contents, as well as it's disentailed to the linked physical aspects to the nature, vision process, refraction and reflection of the light among other, ends not only turning the most difficult learning. The present study has as objective investigates the impact of activities concerning of museums the some phenomena of the optical in a museum of sciences, as well as in school atmospheres. To base the work and to justify the experimental activities developed in the area of optical, we raised starting from the analysis of some research works the current conditions of the teaching of the sciences especially the teaching of the optical. The research had as initial base an investigation guided by the patterns of the qualitative research developed in the formal education field and no formal, as well as starting from measured data. The collection of data was accomplished through compared study of results of questionnaires before and after intervention through the activities formed by experimental apparatuses, interview semi-structured before and after the participation in the experimental activities and for the technique of the memory stimulated that it happened four months after our experimental intervention. The results of that study demonstrated that the experimental activities exercised a favorable impact on the students, where it was possible to observe transformations in the conceptions foresaw of the participants, as well as we verified a great interest on the part of the students in knowing more on the phenomena of optical, after they participate in the experimental activities.

Key-words: experimental apparatuses, spontaneous conceptions, education of the optics, scientific popularization.

# SUMÁRIO

<b>Lista de abreviaturas e siglas</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Lista de quadros</b> .....	<b>xvi</b>
<b>Lista de gráficos</b> .....	<b>xix</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>xxii</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>01</b>
<b>1- Fundamentos da Pesquisa</b> .....	<b>05</b>
1.1- O ensino de ciências na educação formal .....	05
1.2- Museus ou centros de ciências como espaços educativos .....	07
1.2.1- Processo de ensino aprendizagem nos museus de ciências .....	09
1.3- Museus e centros de ciências itinerantes .....	10
1.4- Concepções espontâneas e o ensino da óptica .....	11
1.4.1- Concepções dos estudantes em óptica .....	13
1.5- Reestruturação conceitual e o impacto de atividades museais sobre os estudantes.....	16
<b>2- Objetivos</b> .....	<b>19</b>
2.1- Objetivo geral .....	19
2.2- Objetivos específicos .....	19
<b>3- Metodologia</b> .....	<b>20</b>
3.1- Os espaços de ensino não-formais empregados e seu contexto para a pesquisa .....	20
3.1.1- Espaço Ciência Viva: primeiro centro de ciências do Brasil .....	20
3.1.2- Centro de Ciências e Cultura do Cefet Química .....	21
3.2- Primeira parte da pesquisa .....	22
3.2.1. Avaliação e desenvolvimento dos aparatos experimentais do ECV.....	22
3.2.2. Avaliação e desenvolvimento dos aparatos experimentais do C4 .....	23
3.3- Segunda parte da pesquisa .....	24
3.3.1- Locais da pesquisa .....	24
3.3.2- Sujeitos da pesquisa e amostragem .....	25
3.3.3- Estratégias de avaliação .....	27
3.3.3.a- Questionários .....	27
3.3.3.b- Entrevista semi-estruturada .....	28
3.3.3.c- Lembrança estimulada .....	29
3.3.3.1- Questionários e entrevistas: procedimentos de análise .....	30
3.3.4- Análise dos dados .....	30
<b>4- Resultados</b> .....	<b>33</b>
4.1- Resultados da primeira parte da pesquisa .....	33
4.1.1- Infra-estrutura física encontrada no ECV para as atividades interativas e a reconstrução dos aparatos experimentais .....	33
4.1.2- Construção do espaço “Mundo das Luzes e Cores” .....	33
4.1.3- Temática e problemas detectados no experimento “Construindo o Arco – Íris” .....	38
4.1.4- Modificações realizadas no experimento “Construindo o Arco-Íris” .....	40
4.1.5- Temática e problemas detectados no experimento “Formando Imagens” ...	43

4.1.6- Modificações realizadas no experimento “Formando Imagens” .....	46
4.1.7- Temática e problemas detectados no experimento “Sombras Coloridas” ....	48
4.1.8- Modificações no experimento “Sombras Coloridas” .....	46
4.1.9- Desenvolvimento de novas atividades experimentais .....	52
4.1.9.1- Experimento “Filtros Coloridos” .....	52
4.1.9.2- Oficina de Lentes .....	56
4.2- Avaliação da infra-estrutura do C4 .....	56
4.2.1- Desenvolvimento dos aparatos portáteis do C4 .....	57
4-3. Resultados da segunda parte da pesquisa .....	63
4.3.1- Inserção dos museus de ciências junto aos moradores da Baixada Fluminense (RJ) .....	63
4.3.2- Avaliação das pré-concepções dos estudantes e possíveis mudanças conceituais .....	65
4.3.2.1- Elaboração de questionários .....	65
4.3.2.2- A primeira pergunta de questionário: situação geral .....	68
4.3.2.3- Comparação entre as instituições a partir das questões 02 a 08 do questionário .....	68
4.3.2.3.a- Comparação geral .....	69
4.3.2.3.b- Comparação entre alunos da Tijuca (T) e alunos da Baixada Fluminense (B F) .....	81
4.3.2.3.c- Comparação entre estudantes da rede municipal e estadual do turno diurno da Baixada Fluminense e alunos da rede municipal do turno noturno (EJA) da Baixada Fluminense .....	92
4.3.2.3.d- Comparação entre estudantes das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) .....	102
4.3.2.4- Análise das respostas de pós-intervenção experimental para as perguntas 09 e 10 do questionário .....	113
4.3.3- Segunda etapa: entrevista semi-estruturada .....	116
4.3.4- Terceira etapa: lembrança estimulada .....	123
<b>5- Discussão dos Resultados .....</b>	<b>133</b>
5.1- Discussão sobre a inserção dos museus de ciências junto aos moradores da Baixada Fluminense.....	133
5.2- Impacto das atividades experimentais sobre os estudantes após as análises das respostas aos questionários .....	133
5.2.1- Diferenças e semelhanças entre as respostas dos alunos das escolas municipais da Tijuca e alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense .....	137
5.2.2- Diferenças e semelhanças entre as respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense do turno diurno e estudantes da rede municipal do turno noturno (EJA) .....	139
5.2.3- Diferenças e semelhanças entre as respostas dos estudantes do CefeteQ e alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense .....	140
5.3- Entrevista semi-estruturada .....	141
5.4- Terceira etapa: lembrança estimulada (LE) .....	142
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>147</b>
Anexo 1- Questionário pré-teste .....	147

Anexo 2- Questionário final .....	150
<b>Apêndices</b> .....	153
Apêndice 1- Artigo publicado nas atas do V Enpec (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências) .....	153
Apêndice 2- Termo de consentimento enviado para as direções das escolas que participaram da Pesquisa .....	154
Apêndice 3- Termo de consentimento enviado para a direção do Espaço Ciência Viva e para a direção do Cefet de Química da Unidade Nilópolis .....	156
Apêndice 4- Termo de consentimento enviado para os responsáveis dos estudantes, bem como estudantes maiores de idade que participaram da presente Pesquisa .....	158
Apêndice 5- Trabalhos científicos produzidos durante a pesquisa .....	159
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	160

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ΔN:** Variação da quantidade de alunos ( $N_f - N_i$ ).

**BF:** Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa ( $N = 128$ ).

**C:** Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CefeteQ) que participaram da pesquisa ( $N = 06$ ).

**D:** Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

**Di:** Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa ( $N = 106$ ).

**EME:** Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa ( $N=128$ ).

**F:** Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

**IP:** Índice de impacto.

**LE:** Lembrança estimulada

**N:** Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

**Nf:** Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

**Ni:** Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

**Not:** Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** ( $N = 22$ ).

**T:** Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV ( $N = 61$ ).

**C4:** Centro de Ciência e Cultura do CEFET Química

**CAM:** Controle Ambiental

**CC:** Casa da Ciência – UFRJ

**Cecierj:** Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro

**CefeteQ:** Centro Federal de Educação Tecnológica de Química em Nilópolis

**Ciep:** Centro Integrado de Educação Pública

**ECV:** Espaço Ciência Viva

**EJA:** Educação de Jovens e Adultos

**Enpec:** Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.

**Inep:** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

**Iphan:** Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

**MAM:** Museu de Arte Moderna

**Mast:** Museu de Astronomia e Ciências afins

**MI:** Museu Imperial de Petrópolis

**MN:** Museu Nacional

**MNBA:** Museu Nacional de Belas Artes

**MR:** Museu da República

**MV:** Museu da Vida

**OCDE:** Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

**PCN:** Parâmetros Curriculares Nacionais

**Pisa:** Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

**SBPC:** Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

**Sematec:** Semana de Tecnologia

**Unesco:** Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Participantes da pesquisa e os instrumentos de avaliação .....	26
Quadro 4.2 – Padronização do questionário .....	67
Quadro 4.3 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para “lente com “barriga”” considerando o impacto das atividades .....	70
Quadro 4.4 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a questão “lente com “cavidade”” considerando o impacto das atividades .....	71
Quadro 4.5 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a terceira questão considerando o impacto das atividades .....	73
Quadro 4.6 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a quarta e quinta questões considerando o impacto das atividades .....	74
Quadro 4.7 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a sexta questão considerando o impacto das atividades .....	77
Quadro 4.8 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a sétima questão considerando o impacto das atividades .....	79
Quadro 4.9 – Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a oitava questão considerando o impacto das atividades .....	80
Quadro 4.10 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga”” .....	82
Quadro 4.11 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade”” .....	84
Quadro 4.12 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a terceira pergunta .....	86
Quadro 4.13 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a quarta e quinta perguntas.....	87
Quadro 4.14 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta .....	89
Quadro 4.15 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta .....	90
Quadro 4.16 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense	



(BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta .....	91
Quadro 4.17 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga”” .....	93
Quadro 4.18 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade”” .....	94
Quadro 4.19 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para a terceira pergunta .....	96
Quadro 4.20 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not), considerando o impacto das atividades para a quarta e quinta pergunta .....	97
Quadro 4.21 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta .....	99
Quadro 4.22 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta .....	100
Quadro 4.23 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta .....	101
Quadro 4.24 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga”” .....	103
Quadro 4.25 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade”” .....	105
Quadro 4.26 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para terceira pergunta .....	106
Quadro 4.27 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para quarta e quinta pergunta .....	108
Quadro 4.28 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para sexta pergunta .....	110
Quadro 4.29 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o	

impacto das atividades para a sétima pergunta .....	111
Quadro 4.30 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta .....	113

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Conhecimento sobre centros e museus de ciências .....	63
Gráfico 4.2 – Centros e museus de ciências conhecidos (número de citações) .....	64
Gráfico 4.3 – Meios de informação .....	64
Gráfico 4.4 – Relação de alunos por museus .....	65
Gráfico 4.5 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com Barriga” .....	69
Gráfico 4.6 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para as variáveis da “Lente com “Cavidade”” .....	71
Gráfico 4.7 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a terceira pergunta do questionário .....	72
Gráfico 4.8 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a quarta pergunta do questionário .....	73
Gráfico 4.9 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a quinta pergunta do questionário .....	74
Gráfico 4.10 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a sexta pergunta do questionário .....	76
Gráfico 4.11 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a sétima pergunta do questionário .....	78
Gráfico 4.12 – Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a oitava pergunta do questionário .....	80
Gráfico 4.13 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com Barriga” .....	81
Gráfico 4.14 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com “Cavidade”” .....	83
Gráfico 4.15 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a terceira pergunta do questionário .....	85
Gráfico 4.16 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a	

quarta pergunta do questionário .....	86
Gráfico 4.17 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a quinta pergunta do questionário .....	87
Gráfico 4.18 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a sexta pergunta do questionário .....	88
Gráfico 4.19 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a sétima pergunta do questionário .....	89
Gráfico 4.20 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a oitava pergunta do questionário .....	91
Gráfico 4.21 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para as variáveis da “Lente com Barriga” .....	92
Gráfico 4.22 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para as variáveis da “Lente com Cavidade” .....	93
Gráfico 4.23 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a terceira pergunta .....	95
Gráfico 4.24 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a quarta pergunta .....	96
Gráfico 4.25 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a quinta pergunta .....	97
Gráfico 4.26 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a sexta pergunta .....	98
Gráfico 4.27 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a sétima pergunta .....	99
Gráfico 4.28 – Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a oitava pergunta .....	101
Gráfico 4.29 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para as variáveis da “Lente com Barriga” .....	102
Gráfico 4.30 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para as variáveis da “Lente com Cavidade” .....	104

Gráfico 4.31 – Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para a terceira pergunta .....	105
Gráfico 4.32 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a quarta pergunta. ....	107
Gráfico 4.33 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a quinta pergunta. ....	107
Gráfico 4.34 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta .....	109
Gráfico 4.35 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C), considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta .....	110
Gráfico 4.36 – Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C), considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta .....	112
Gráfico 4.37 – Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a nona pergunta do questionário .....	114
Gráfico 4.38 – Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a nona pergunta do questionário .....	115

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Vista externa da “Sala das Cores” .....	34
Figura 4.2 – Planta baixa da Sala “Mundo das Luzes e Cores” .....	35
Figura 4.3 – Vista externa da sala “Mundo das Luzes e Cores”, após o término da obra ...	36
Figura 4.4 – Fotografia de um dos aparatos experimentais após o término da obra .....	36
Figura 4.5 – Painel motivação/desafio de um dos novos aparatos experimentais .....	37
Figura 4.6 – Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” .....	38
Figura 4.7 – Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” .....	39
Figura 4.8 – Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” .....	40
Figura 4.9 – Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado .....	41
Figura 4.10 – Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado .....	41
Figura 4.11 – Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado .....	42
Figura 4.12 – Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado .....	43
Figura 4.13 – Painel do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” .....	43
Figura 4.14 – Fotografia do antigo aparato experimental “Formando Imagens” .....	44
Figura 4.15 – Fotografia do antigo aparato experimental “Formando Imagens” .....	45
Figura 4.16 – Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado.....	46
Figura 4.17 – Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado.....	47
Figura 4.18 – Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado.....	47
Figura 4.19 – Painel motivação/desafio do aparato experimental “Formando Imagens” ...	48
Figura 4.20 – Fotografia do antigo aparato experimental “Sombras Coloridas” .....	49
Figura 4.21 – Fotografia do aparato experimental “Sombras Coloridas” modificado .....	50
Figura 4.22 – Placas de acrílico .....	50

Figura 4.23 – Alunos interagindo com o novo aparato experimental .....	51
Figura 4.24 – Sombras coloridas formadas pela placa de acrílico com furo .....	51
Figura 4.25 – Painel das cores .....	52
Figura 4.26 – Painel motivação/desafio sobre soma e subtração das cores .....	52
Figura 4.27 – Fotografia do painel dos bailarinos .....	53
Figura 4.28 – Fotografia do painel com a paisagem da natureza .....	54
Figura 4.29 – Fotografia do título da sala .....	55
Figura 4.30 – Painel motivação/desafio sobre o aparato experimental “Filtros Coloridos” .....	55
Figura 4.31 – Fotografia da atividade experimental interativa “Oficina de Lentes” .....	56
Figura 4.32 – Fotografia do aparato experimental portátil “Sombras Coloridas” .....	57
Figura 4.33 – Alunos interagindo com o aparato experimental “Sombras Coloridas” .....	58
Figura 4.34 – Fotografia dos alunos interagindo com o aparato experimental portátil “Formando Imagens” .....	58
Figura 4.35 – Fotografia do aparato experimental portátil “Construindo o Arco-Íris” .....	59
Figura 4.36 – Fotografia dos estudantes interagindo com o aparato experimental portátil “Construindo o Arco-Íris” .....	59
Figura 4.37 – Fotografia do aparato experimental portátil “Filtros Coloridos” .....	60
Figura 4.38 – Fotografia do aparato experimental portátil “Disco de Newton” .....	61
Figura 4.39 – Fotografia do aparato experimental portátil “Máquina Fotográfica” .....	62
Figura 4.40 – Fotografia do aparato experimental “Filtros Coloridos” .....	123
Figura 4.41 – Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” .....	125
Figura 4.42 – Fotografia do aparato experimental “Sombras Coloridas” .....	127
Figura 4.43 – Fotografia do aparato experimental “Formando o Arco-Íris” .....	129
Figura 4.44 – Fotografia do aparato experimental “Disco de Newton” .....	130
Figura 4.45 – Fotografia do aparato experimental “Máquina Fotográfica” .....	132

# *INTRODUÇÃO*

O contexto histórico no qual estamos inseridos é envolto por produtos da ciência e da tecnologia. Estamos submetidos a avanços técnico–científicos crescentes, de poder político e social, onde nos deparamos com a profunda ambigüidade de seus riscos e possibilidades (Loureiro, 2003). A defesa da sociedade, face aos riscos inerentes a essa constante evolução técnico–científica, somente é possível quando se tem um conhecimento sólido da realidade que nos cerca. Para Silva (2002):

“(…) não se trata de estabelecer uma posição de negação da ciência e da tecnologia, mas de capacitar o cidadão para se posicionar de maneira consciente e crítica com relação aos seus rumos, (...) ter as condições para formar sua capacidade de ler, compreender e opinar sobre os assuntos científicos e tecnológicos e, acima de tudo, participar direta ou indiretamente, nas questões relativas a tecnociências” (p. 254-55).

Contudo predomina um grande hiato na sociedade brasileira entre os que detêm mais informações em Ciência e Tecnologia e aqueles que enfrentam pobreza e exclusão social. Essa problemática inviabiliza a participação de todos na compreensão do conhecimento básico que permitirá interagir melhor com seu entorno natural e social (Padilla, 2002). De acordo com um artigo publicado por Nussenzveig para a Folha de São Paulo (Gevertz, 1998):

“(…) segundo pronunciamento da Unesco e do Conselho de Avaliação Tecnológica do congresso americano mede-se o desenvolvimento de um país pela sua capacidade autônoma de gerar conhecimento, disseminá-lo e utilizá-lo. Esta é a diferença básica entre países cujos cidadãos podem realizar plenamente seu potencial como seres humanos e aqueles que não podem (...) as bases do desenvolvimento são educação, ciência, tecnologia e uma política econômica soberana e coerente para valorizá-las” (p.72).

Em função desse quadro as iniciativas de popularização científica advêm como uma medida para minimizar essa desigualdade presente na sociedade, por meio de atividades promotoras da compreensão pública da ciência. Segundo Lins de Barros (2002): “(...) a necessidade de se divulgar conceitos científicos para um público mais amplo é cada vez mais imperiosa, pois a ciência aparece como um dos mais importantes aspectos da sociedade moderna” (p.34). Portanto, dentre as atividades de divulgação da ciência, destacamos aquelas desenvolvidas por centros e museus de ciências interativos, que, segundo Schall (2002), têm “(...) o objetivo é aumentar o nível de conhecimento e capacitação do cidadão em ciência e tecnologia, por meio de ação informal” (p. 314).



Os museus tornaram-se espaços importantes de aprendizagem e sofreram inúmeras influências, advindas do contexto histórico e sócio-cultural de cada época. De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) <sup>1</sup>:

“Os primeiros museus concebidos e criados pelos poderosos do passado (coleccionadores, grandes senhores e soberanos), tinham a inspiração de reunir o maior número possível de objetos e obras raras, curiosas, ricas e memoráveis e, por intermédio destes reafirmar seu poder. Criados pelos reis da França, para deleite dos nobres da corte, o Louvre foi a primeira instituição designada como museu”.

Na Idade Média, a Igreja responsabilizou os museus para serem os receptores de doações de coleções eclesiais e de patrimônios de príncipes e famílias abastadas da época. O acesso a essas coleções era bem restrito, somente a nobreza e o clero tinham acesso a elas (Reis, 2004).

Os primeiros museus públicos começam a surgir nos séculos XVII e XVIII, na Europa (Gaspar, 1993), sendo o primeiro museu público, chamado de Ashmoleano (Gaspar, 1993). Este surgiu em 1683 como um museu destinado majoritariamente aos estudantes universitários. Até que, em 1759, ainda segundo Gaspar (1993)

“(…) abriu-se um novo museu público, Museu Britânico, originário da coleção de Sir Hans Sloane, naturalista e médico da corte adquirido pelo Parlamento Britânico. Aproximadamente na mesma época outros monarcas europeus começaram a permitir um acesso limitado do público às suas coleções de arte” (p.10).

Nesse contexto, emergem os Gabinetes de Curiosidades, ancestrais dos museus de ciências contemporâneos. Eram ambientes repletos de objetos de diferentes áreas do saber, como: moedas, fósseis, instrumentos científicos e outros que se encontravam desorganizados.

Em meados do século XVIII, inicia-se uma organização mais estruturada dessas coleções, sistematizando-se nesse período os museus de história natural (Cazelli et al 2002; Loureiro, 2003). Foi um período em que, apesar do “renascimento das ciências” e, por conseguinte, do despontar dos museus públicos e da cultura em geral, o acesso à arte, ao conhecimento, iam ao encontro dos interesses da burguesia, bem como das classes mais altas, restringindo-se à minoria da população. Segundo Hobsbawn (1982), a imensa maioria dos europeus e não europeus eram indivíduos sem instrução: “(… ) os eslavos do sul contavam com 0,5% de pessoas alfabetizadas em 1827 (...) Grã-Bretanha, a França e a Bélgica tinham cerca de 40 a 50% de analfabetos na década de 1840” (p.151 – 57).

---

<sup>1</sup> <http://www.iphan.gov.br/bens/museus/museus.htm>

Tratava-se de indivíduos à margem de todo processo de evolução cultural e intelectual. Para essas pessoas, a ciência era magia. Vários cientistas produziam experimentações em praças públicas e terminavam por reforçar e legitimar a imagem do “homem de ciência” capaz de desvendar os mistérios da natureza, possibilitando, entre outros aspectos, o aprimoramento da espécie humana (Dorea e Segurado, 2000).

No final do século XIX e início do século XX, a sociedade estava inserida em um universo de tecnologia industrial (Mercadante, 1993); muitos museus foram erguidos aos moldes dessas tecnologias. Eram os “novos” museus de ciências, cujas peculiaridades se assemelhavam tanto na Europa como nos Estados Unidos. Suas atividades, no entanto, restringiam-se à promoção do desenvolvimento industrial, esses museus funcionavam como vitrines para a indústria (Padilla, 2002). Como define Cazelli et al (2002), “(...) a passividade era a chave do processo educativo (...) nos museus, diante de objetos históricos, protegidos por caixas de vidro expostas em filas intermináveis” (p.212).

Para a sociedade então vigente, esses espaços ainda eram direcionados à classe dominante. Segundo Leon (1978), “(...) no fundo, para as camadas sociais de menor nível cultural, aquelas obras frias e distantes não ofereciam satisfação (...) mantinham-se reduzidas ao seu público habitual” (p.51).

Surge em 1903, na Alemanha, o Deutsches Museum, com aspectos antagônicos aos já existentes, sendo considerado o precursor dos museus contemporâneos de ciência e tecnologia, inovando com estratégias de interatividade, buscando uma nova forma de comunicação com o público (Cazelli et al, 2002). Posteriormente, outros museus de ciências foram estruturados com a perspectiva de introdução da discussão social do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Em meados do século XX, o público era visto como elemento principal, pois o trabalho do museu deveria estar voltado para ele. Entretanto, acreditava-se que os espaços continuavam sendo reservados aos sábios, pois nas apresentações de suas exposições a linguagem utilizada era rebuscada, hermética ao leigo, embora fosse um espaço aberto ao público em geral e espacialmente mais amplo (Reis, 2004).

Observa-se, nessa época, um grande analfabetismo científico por parte da população menos favorecida. De modo que é a partir da preocupação em desligar-se da imagem elitista dos museus tradicionais que se manifestam, ao final da década de 1960, nos Estados Unidos e no Canadá<sup>2</sup>, novos modelos de museus de ciências, os centros de ciências ou outras denominações equivalentes (Padilla, 2002), espaços onde a ênfase estava na temática dos

---

<sup>2</sup>Em 1969, nascem os primeiros centros de ciências: o *Exploratorium*, em São Francisco (EUA) e o *Ontario Science Centre*, em Toronto, Canadá.

fenômenos e conceitos científicos. Aquela geração foi marcada pelo lúdico, pela interatividade, objetivando levar a ciência para toda a sociedade, como estratégia de rompimento com o monopólio intelectual, ideológico e cultural que regulava e revestia a informação. Desde então, como descreve Padilla (2002):

“Tem ocorrido um explosivo fenômeno de proliferação de museus interativos e centros de ciências, os quais parecem ir consolidando um importante e espetacular recurso social para a popularização e divulgação da ciência em muitos países” (p. 115).

Essa tendência também repercutiu no Brasil, onde emergiram centros e museus de ciências com características que os assemelham aos modelos americanos. Na década de 80, nasceu o primeiro museu interativo do Brasil, o Espaço Ciência Viva (Coutinho-Silva et al, 2005), seguindo-se, mais adiante, por outras iniciativas semelhantes em nosso país. Ainda, algumas instituições passaram a desenvolver atividades com caráter itinerante, como o projeto “Praça da Ciência Itinerante<sup>3</sup>” no Rio de Janeiro.

Os museus e centros de ciências da atualidade abarcam diversas responsabilidades com a sociedade. Suas estratégias de atividades são voltadas para o fim do monopólio intelectual, cultural e ideológico, atuando como um mecanismo de inclusão social e contribuindo para a ruptura com os cânones vigentes. Mas até que ponto os centros e museus de ciências contemporâneos estão atuando como um meio de inserção social, contemplando todas as classes sociais, alcançando os mais remotos municípios do Brasil?

---

<sup>3</sup> Projeto coordenado pelo Cecierj em parceria com outras instituições de divulgação científica (Espaço Ciência Viva, Museu de Astronomia e Ciências Afins, Espaço UFF de Ciências, Escola de Belas Artes – EBA/UFRJ), ensino e pesquisa, que iniciou suas atividades na década de 90.

# ***1. FUNDAMENTOS DA PESQUISA***

## **1.1 – O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO FORMAL**

É de conhecimento geral que cursos de Ciências (Física, Química e Biologia) comumente oferecidos nas escolas de Ensino Fundamental e Médio aos nossos estudantes são voltados, majoritariamente, ao fornecimento de informações, onde o desenvolvimento do potencial emocional dos estudantes, a bagagem cultural que permeiam as concepções espontâneas de cada estudante, bem como o aspecto experimental das Ciências não é levado em consideração.

Entender a Ciência não faz parte da nossa cultura, como faz o futebol ou a música (Mascarenhas, 1998). A forma como a Ciência é transmitida provoca aversões no cidadão comum, principalmente quando nos reportamos ao ensino de Ciências nas escolas.

Observamos nas salas de aula, enquanto professores da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), que nossos estudantes, apesar de compreenderem as Ciências como o estudo da Natureza de um modo geral, têm dificuldades em estabelecer relações entre os conhecimentos que lhes são transmitidos e suas respectivas aplicações no cotidiano. As aulas de Ciências estão muito distantes da Ciência da descoberta, da tecnologia. Essas disciplinas têm sido lecionadas de maneira descontextualizada e excessivamente matematizada, as avaliações focalizam mais a capacidade de memorização do que a capacidade de hábitos de estudo causando um grande desinteresse por parte dos alunos pelas Ciências. De acordo com o depoimento de Pavão (2006 apud Prates, 2006):

“O ensino de Ciências hoje virou quase uma literatura. O professor não tem boa formação, se sente inseguro para ensinar e acaba se apoiando muitas vezes no livro didático. O ensino fica livresco. O quadro que temos hoje é da criança que chega à escola cheia de questões e curiosidades e, passado certo tempo, ela perde o interesse. O professor em vez de estimular essa curiosidade acaba mantendo-a” (p.31).

A constatação de toda essa problemática foram os resultados do Pisa<sup>4</sup>, programa internacional de avaliação dos conhecimentos de jovens de 15 anos desenvolvido e coordenado internacionalmente pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), aplicado duas vezes: em 2000 e em 2003, nas áreas de Português,

---

<sup>4</sup> No Brasil, o Pisa é coordenado pelo Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira”).

Matemática e Ciências (<http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/Novo/oquee.htm>). De acordo com Prates, 2006:

“No primeiro ano, participaram 32 países e o Brasil ficou em último lugar no ranking geral. Em 2003, entre 41 participantes, o Brasil ficou em 39º na colocação geral. Especificamente, em Ciências, o país perdeu a última colocação para o vizinho Peru, entre os anos de 2000 e 2003. A média de pontuação dos 5.235 alunos que fizeram o segundo teste subiu de 375 para 390 em Ciências, mas uma posição bem abaixo dos 700 pontos máximos. Ou seja, os alunos brasileiros atingiram um patamar pífio. Os resultados foram ruins em todas as áreas, mas especialmente em Ciências, porque o aprendizado dessa disciplina não funciona sem experimentações. E essas, na maioria dos casos, são incomuns nas escolas”. (p. 31)

Toda essa problemática que abarca o ensino não é responsabilidade única e exclusivamente do professor, que encontra condições desfavoráveis para exercer sua profissão. Dentre as inúmeras dificuldades podemos destacar:

- A questão salarial, de acordo com Santos (1997), tem levado o professor a trabalhar em várias escolas e com isso facilita a adoção de um modelo repetitivo de ensino na sua prática docente, dificultando também a formação continuada do mesmo;
- Ausência de laboratórios de Ciências nas instituições de ensino, já que de acordo com o censo de 2002 realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais, do Ministério da Educação, apenas 20% das escolas públicas brasileiras possuem laboratórios, onde o maior índice é na região Sudeste com 27 %. Ao passo que o Nordeste apresenta apenas 5% (Inep, 2003).
- Um elevado número de alunos por turma. Esse fato decorre “principalmente de uma tentativa de reduzir os custos educacionais, uma vez que o salário do professor é o componente de maior peso nos mesmos” (Inep, 2003).

Portanto, mediante esse quadro geral, é de suma importância a presença de atividades promotoras de conhecimento científico, como uma forma de complementação da educação formal, dentre essas atividades destacamos as iniciativas dos museus e centros de ciências.

Assim, a seguir, um breve estudo sobre os museus e centros de ciências e a sua importância como ambientes de educação não-formal em Ciências.

## 1.2- MUSEUS OU CENTROS DE CIÊNCIAS COMO ESPAÇOS EDUCATIVOS

Dentre as várias iniciativas de alfabetização científica, como programas na televisão, revistas, filmes, jornais, entre outros, podemos destacar as atividades presentes nos centros e museus de ciências.

“Os centros e museus de ciências são ambientes que têm como um de seus objetivos educar cientificamente a população, bem como complementar a educação formal. Essa educação se dá em função das atividades interativas, possuidora de características eminentemente lúdicas, ou seja, ao mesmo tempo em que informa, entretém” (Valente, Cazelli e Alves, 2005).

Embora muitas pessoas por falta de conhecimento associem os atuais museus de ciências com os museus tradicionais, ambos apresentam propostas distintas. De acordo com Gaspar e Hamburger (2001), as atividades educacionais presentes nos atuais museus de ciências;

“(…) fundamenta-se em teorias pedagógicas que dificilmente poderiam oferecer indicações válidas às atividades de pesquisa, colecionismo e preservação de objetos. Além disso, os museus de ciências há muito tempo vem adquirindo características próprias e específicas que os têm levado, freqüentemente, a adotar até mesmo uma nova denominação, a de centros de ciências. Essa denominação torna claro que essas instituições não são museus tradicionais, ou não pretendem desenvolver as mesmas atividades previstas nas definições mais aceitas do museu” ( p. 117).

Portanto, esse novo modelo de museu de ciências advém da preocupação com a interatividade, por meio de estratégias que permitam ao visitante compreender os fenômenos científicos a partir da experimentação. Os museus de ciências devem oferecer ao público “a possibilidade de interagir com objetos assim como um cientista experimental o faz com mundo natural do laboratório” (Colinvaux, 2005). De acordo com Colinvaux (2005):

“A noção de experimentação é, portanto, justificativa central para a existência de museus interativos. Mas, se as propostas de museu interativo e de seu correlato, as atividades *hands on*<sup>5</sup>, se estruturarem a partir da experimentação, como marca diferenciada das ciências naturais, também se costuma argumentar que a possibilidade de interagir com objetos e fenômenos, equipamentos e dispositivos é motivadora, despertando curiosidades e, conseqüentemente, possibilitando aprendizagens específicas neste campo e contribuindo para a cultura científica do público”. (p.82).

---

<sup>5</sup>O termo *hands-on* tem sido usado de forma quase que sinônima à interação. Porém, há autores que fazem questão de diferenciá-los. *Hands-on* seria um termo utilizado para situações que se limitam a requerer o toque ou manuseio sem desencadear respostas diferenciadas (Cazelli et al, 2002).

Nesse método interativo, o participante se envolve, não agindo somente com as próprias mãos (*hands on*), bem como com sua mente (*minds on*) ao manusear experimentos que o desafiam a confrontar suas pré-concepções, vai de encontro à estreita relação entre teoria e prática, dando início a um processo de reflexão que continua ao longo do tempo. Atividades como oficinas participativas que ocorrem nos museus de ciências de acordo como Zdravic, 1990 apud Bazin, 1998:

“É uma metodologia diferente; envolve ensinar com respeito, permitindo a aprendizagem no ritmo dos aprendizes, em interação com eles. Aprende-se construindo a realidade concreta do mundo natural que está sendo investigado, desvelado, re-descoberto pelo grupo, criando e apreciando o próprio processo”. (p. 35)

Destacamos que a interação não se restringe ao “manuseio” de um experimento. É conveniente distinguir a manipulação da interação. Como afirma Padilla (2002) “(...) nem toda manipulação física de uma exibição provoca um envolvimento intelectual”, entretanto uma exibição demonstrativa pode permitir um significativo envolvimento intelectual dos participantes. De acordo com Vieira, Santos e Moraes (2006):

“(...) todos os museus, independente de sua denominação, são sempre interativos, tendo em vista que o sujeito interage, sem necessariamente “tocar” no objeto, e sim, quando estabelece um diálogo entre seus conhecimentos prévios e o “mundo novo”, elaborando/reelaborando novas construções” (p.01).

Uma atividade interativa deve oferecer uma “retroalimentação”, estimulando a criatividade do participante (Padilla, 2002). Vieira, Santos e Moraes (2006) explicitam que:

“Em Museus, o interagir pode se dar de vários modos: pelo observar, acionar, tocar ou manusear os experimentos, pelo ler, comparar, registrar, e, ainda pelo jogar. Estes modos correspondem a uma interação concreta e direta. Num segundo momento, temos a interatividade em níveis mais elaborados como problematizar, discutir, elaborar hipóteses. Nesses níveis, interagir é questionar, decidir, refletir e implica em dialogar e atuar. Por fim, num terceiro mais abstrato de interação com os experimentos, os visitantes desenvolvem interpretações, explicações, teorizações e, assim, uma maior compreensão dos fenômenos com os quais interagem (...) O museu interativo permite explorar as possibilidades sociais do aprender, aproximando visitantes e experimentos em diversificadas formas. Pode ser entendido como espaço de interação do visitante com os outros e consigo mesmo, visto que ocorre, também, pelo confrontamento das suas idéias prévias com as dos outros, sejam visitantes ou quaisquer outros mediadores da aprendizagem. Nesse contexto, faz-se necessário uma linguagem comum entre os interlocutores que permita a comunicação, facilitando a relação e, conseqüentemente, a troca de conhecimentos entre eles. Essa comunicação pode ser facilitada por outros fatores, tais como um ambiente agradável e

confortável e textos compreensíveis, de complexidade adequada ao público” (p. 02).

Dessa forma, os museus interativos de ciências são lugares informais e agradáveis, onde os visitantes são estimulados a praticar suas habilidades de explorar o mundo de um ponto de vista científico (Cardella, 2006), sendo instituições essencialmente educacionais, a partir de uma educação não-formal, o processo de aquisição do conhecimento se dá de acordo com o ritmo próprio de cada indivíduo.

### **1.2.1- Processo de Ensino Aprendizagem nos Museus de Ciências**

Diversos trabalhos discutem o processo de aquisição de conhecimento nos museus de ciências (Marandino, 2001; Vieira, 2005; Silva, 2004; Gaspar, 1993; Hooper-Greenhill, 2004, Falk e Dierking, 2002; Falk e Storksdieck, 2005), entretanto também sabemos que o museu não deve assumir o lugar da escola.

A escola assume um papel imprescindível na formação do indivíduo, portanto deve sofrer muitas transformações por meio de políticas públicas para que de fato (in)formem pessoas capazes de exercer suas atividades como profissionais e cidadãos. Entretanto, nenhuma instituição pode por si só arcar com esse papel, uma vez que crianças e adultos necessitam de motivação e estímulos (Costantin, 2001). Portanto os museus, enquanto espaços de educação não-formal, favorecem a ampliação e o refinamento cultural em um ambiente capaz de despertar as emoções que se tornam aliadas de processos cognitivos dotados de motivação intrínseca para a aprendizagem de Ciências (Pozo e Gómez Crespo, 1998 apud Queiroz et al, 2002).

Marandino (2006) ao discutir em seu trabalho a educação em museus afirma que: “(...) hoje é cada vez mais presente a preocupação tanto com os impactos afetivos e emocionais quanto com a produção de sentido e a construção de conhecimento” (p.100). Para Falk e Dierking (2002), em considerações sobre o processo de aprendizagem em museus de ciências, a aprendizagem é a razão pela qual as pessoas vão aos museus e a aprendizagem é o que de melhor os visitantes retiram de suas experiências museais. Falk e Storksdieck (2005) mediante os resultados de suas pesquisas sobre aprendizado em museus de ciências com uma amostra variada onde incluiu visitantes de todas as idades, rendas, ocupações, níveis da instrução concluíram que “(...) estes resultados sugeririam que os museus da ciência são particularmente úteis para facilitar o aprendizado em Ciências por parte dos cidadãos com menos conhecimentos” (p.140). De acordo com os resultados de uma pesquisa realizada em um



ambiente de ensino não-formal por Vieira, Bianconi e Dias (2005), as autoras evidenciaram que:

“A participação dos alunos nessas aulas e a forma dinâmica como acontecem, são vistas como positivas pelos professores, pois na sua concepção, caracterizam-nas como lúdicas e prazerosas. Os professores costumam afirmar que nessas aulas a multidisciplinaridade, proposta nos PCN, pode ser facilmente trabalhada. Este é mais um fator que vem reforçar a importância dessas aulas para estudantes do ensino básico. Nessas aulas, a questão metodológica, a abordagem dos temas e conteúdos científicos apresentados por meio de diferentes recursos, e as estratégias e dinâmicas, podem contribuir para o aprendizado” (p. 23).

Segundo Silva (2002), “(...) a Fundação Nacional de Ciências americana prevê um déficit de cerca de um milhão de cientistas e técnicos para o fim da primeira década do século XXI”. Assim, esses espaços de ensino não-formal, bem como outras atividades de divulgação da ciência, além de auxiliar no processo de ensino aprendizagem, têm a incumbência de despertar a vocação científica nos jovens, ao proporcionarem para muitas crianças e adolescentes um meio atraente de se enveredar pelos caminhos da Ciência, segundo seus próprios passos, num local projetado para despertar interesses e motivações. Aspectos esses extremamente negligenciados em nossas atuais escolas (Saad, 1998). Vale ressaltar que a possibilidade dessas atividades de divulgação despertar no visitante um interesse pela carreira profissional na área das Ciências, também pode alcançar os mediadores<sup>6</sup> dos centros de ciências.

### **1.3- MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS ITINERANTES**

Apesar de um dos objetivos dos museus de ciências ser o de popularizar a ciência junto a sociedade, observa-se um número significativo de pessoas que desconhecem esses locais. Dentre os inúmeros fatores que dificultam a inserção desses centros difusores de ciências junto à sociedade podemos destacar suas localizações. Esses centros estão “concentrados em 12 estados, liderados por São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul” (Chaves e Shellard, 2005), situando-se geralmente nas capitais ou lugares próximos.

Existem no Brasil algumas iniciativas de centros interativos que realizam ou já realizaram eventos itinerantes, dentre os quais podemos destacar no Rio de Janeiro, atividades em comunidades carentes realizadas pelo Espaço Ciência Viva<sup>7</sup>, o projeto “Praça da Ciência Itinerante” (Enne, 2005) coordenado pela Fundação Cecierj (Centro de Ciências do Estado do

---

<sup>6</sup> Monitores, exercem a função de dialogar, debater com o visitante, bem como facilitar o acesso do público nas atividades durante as visitas.

<sup>7</sup> O Espaço Ciência Viva realizou atividades itinerantes durante as décadas de 80 e 90 (Costantin, 2001).

Rio de Janeiro), que até 2004 alcançou 76 municípios do estado do Rio de Janeiro, cuja filosofia da instituição é:

“(...) percorrer vários municípios do Estado na perspectiva de estimular a reflexão e o acesso ao saber científico através da vivência de formas de participação, experimentação e criação. Desta forma promover o intercâmbio entre a produção do conhecimento científico e tecnológico, professores, estudantes e o público em geral” (Enne, 2005, p. 09).

Mais recentemente, iniciou-se o projeto “Ciência Móvel”<sup>8</sup>, museu itinerante concebido pelo Museu da Vida<sup>9</sup> e pela Fundação Cecierj.

Essas iniciativas têm como principais objetivos popularizar a ciência e a alfabetização científica, num processo de inclusão social através da difusão do sistema de aprendizagem desenvolvido pelo centro de ciências (Bertoletti, 2004). Portanto, são de extrema importância projetos que visem à interiorização da ciência e que almejem alcançar todas as classes sociais. Mediante essa perspectiva, focamos parte do presente trabalho no desenvolvimento de atividades museais com caráter itinerante.

Após um olhar sobre o ensino das ciências, bem como dos museus e dos centros de ciências como espaços de aprendizagem, cabe-nos analisar as concepções espontâneas e o ensino da Óptica.

#### **1.4 – CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS E O ENSINO DA ÓPTICA**

Para fundamentar o presente trabalho e justificar as atividades experimentais desenvolvidas na área de Óptica, suscitaremos a partir da análise de alguns trabalhos de pesquisa as atuais condições do ensino da Óptica, bem como as idéias prévias dos estudantes.

Observamos na literatura uma grande preocupação com o ensino da Óptica. Através de literatura específica (Osborne e Black, 1993), as concepções espontâneas ou alternativas são abundantes nesse campo da Física e seus estudos têm contribuído substancialmente para o aperfeiçoamento dos processos de aprendizagem no ensino formal ou não-formal nessa área.

Nos últimos 20 anos, teorias da aprendizagem contribuíram significativamente auxiliando pesquisadores na área de ensino de Óptica. Os estudos contribuíram para o conhecimento empírico sobre as concepções espontâneas do senso comum (Silva, 2004). Dentre as teorias mais conhecidas e relevantes, podemos destacar a Aprendizagem

---

<sup>8</sup> Por meio de uma carreta é levado um conjunto de equipamentos interativos, jogos, filmes e um planetário inflável às cidades do interior da Região Sudeste. A própria carreta se transforma num auditório que serve para ministrar palestras, projetar filmes (<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/jornal/materia.asp?seq=336>).

<sup>9</sup> Espaço de divulgação científica da Casa de Oswaldo Cruz.

Significativa (Ausubel et al, 1980), a Mudança Conceitual (Posner, Strike e Gertzog, 1982), Mapas Conceituais e diagramas em Vê (Novak e Gowin, 1984), teoria dos Modelos Mentais (Johnson-Laird, 1983), o Movimento das Concepções Alternativas (Gilbert e Swift 1985), entre outras.

O conhecimento das concepções espontâneas dos estudantes, de acordo com esses autores, facilita o processo de ensino/aprendizado em qualquer área do conhecimento.

Para Porlán e Rivero (1998),

“A análise destas concepções/obstáculos é de crucial importância para formular uma teoria do conhecimento profissional que não se limite a caracterizar o conhecimento predominante na atualidade, mas que o conceba como um sistema de idéias em evolução e que, portanto, contenha hipóteses sobre seu possível e desejável desenvolvimento futuro” (p. 136).

De acordo com um trabalho apresentado por Arroio (2006) as concepções alternativas podem ser categorizadas como:

- Noções preconcebidas *são concepções populares enraizadas nas experiências cotidianas. Por exemplo, muitas pessoas acreditam que a água que flui no subterrâneo deve fluir em rios porque as águas que eles observam na superfície da terra fluem em rios. Noções preconcebidas sobre calor, energia e gravidade dentre outras, em geral causam muitos problemas na aprendizagem em Ciências.*
- Crenças não científicas *incluem as visões aprendidas pelos estudantes de outras fontes que não a educação científica, como os ensinamentos religiosos ou míticos. Por exemplo, alguns estudantes têm aprendido instruções religiosas sobre a história da origem da Terra e suas formas de vida.*
- Erros conceituais *aparecem quando as informações científicas são ensinadas aos estudantes de uma forma que não provoquem um conflito ou confronto entre suas noções preconcebidas e crenças não-científicas. Como resultado desta confusão, estudantes constroem modelos falhos que usualmente são fracos e deixam os estudantes inseguros sobre suas concepções.*
- Concepções alternativas vernaculares *aparecem provenientes do uso de palavras que apresentam um significado no cotidiano e outro no contexto científico, por exemplo, a palavra trabalho.*
- Concepções alternativas factuais *são falsidades freqüentemente aprendidas desde a infância e que permanecem até a vida adulta. Se você pensa sobre isso, a idéia de que*

*“um raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar” é claramente sem razão, mas esta noção pode permanecer em algum lugar em seu sistema de crenças.*

Ainda, de acordo com esse autor (Arroio, 2006):

“Ao contrário das concepções alternativas vernaculares e factuais que podem freqüentemente ser facilmente corrigidas, ao menos pelos próprios estudantes, nas noções preconcebidas, crenças não científicas e os erros conceituais não são alteradas simplesmente por uma insistência do professor”.

É necessária, durante o processo de investigação das concepções espontâneas, a identificação da categoria a qual está inserida essa concepção do aprendiz, para que o aprendizado seja facilitado.

#### **1.4.1 – Concepções dos Estudantes em Óptica**

Como evidencia a literatura (Lahera e Forteza, 2006; La Rosa et al, 1984; Goulart, Dias e Barros, 1987, entre outros), os alunos possuem diversas concepções espontâneas inerente aos fenômenos Ópticos. Em função desse conjunto de concepções, o ensino desvinculado aos aspectos físicos ligados à natureza, processo de visão, refração e reflexão da luz entre outros, acaba não só tornando o aprendizado mais difícil, como também pode reforçar muita das concepções preconcebidas, bem como propiciar aos estudantes uma apreensão incorreta dos conceitos cientificamente aceitos (Gircoreano e Pacca, 2001).

O ensino de Óptica em muitas instituições com ensino tradicional não contemplam as concepções prévias dos estudantes, bem como privilegiam o ensino dessa ciência de forma matematizada com ênfase na transmissão de conteúdos, como evidenciam Gircoreano e Pacca (2001):

“(…) o enfoque tradicionalmente se restringe ao estudo de aspectos geométricos, baseados nos conceitos de raios de luz e na análise das características de alguns elementos específicos como, por exemplo, espelhos, lâminas de faces paralelas, prismas e lentes. Todos esses elementos sempre são indicados por retas e pontos em um plano, sem ficar evidente que a luz se propaga num espaço tridimensional, que há uma fonte de luz e que existem obstáculos para a propagação. Os aspectos concernentes à natureza da luz, sua interação com a matéria e sua ligação com processo de visão, também são, em geral, desconsiderados. Os problemas são, em geral, apresentados numa ordem seqüencial estanque, onde reflexão, refração, lentes e espelhos não aparecem ligados em um mesmo fenômeno físico e representam, cada um por sua vez, um fenômeno ou evento distinto, com características próprias e específicas. Na verdade, o que se apresenta é um conjunto de regras; estudam-se as definições de raio e de feixe de luz, fontes, princípios de propagação, etc., passa-se então para os espelhos (planos,

curvos) e assim por diante, até chegar às lentes e, quando muito, tratam de aparelhos em que estas são usadas e dos problemas da visão, mas tudo de forma segmentada, sem apelo efetivo para a natureza da luz e sobre o processo da visão” (p. 28).

Dessa forma, Villani et al (1983), ao pesquisarem as concepções alternativas dos alunos de Física, afirmam que:

“Na realidade, há um confronto entre a Física ensinada (oficial) e a espontânea e sem dúvida o objetivo do ensino é a aprendizagem da oficial; este confronto se realiza muitas vezes de forma pouco harmoniosa e seu resultado não é uma visão conceitual coerente e rica, mas a superposição e justaposição de conceitos de diferentes origens e alcance, que prejudicam qualquer pretensão de aprofundamento teórico do aluno” (p.5).

Dentre os trabalhos de pesquisa que resgatam as concepções dos estudantes, encontramos aspectos interessantes do conflito entre as formas de pensar do senso comum e da Ciência. Como apresenta os trabalhos publicados nesta área, muitos alunos acreditam na concepção do “banho de luz” (La Rosa et al, 1984; Osborn e Black, 1993; Gircoreano e Pacca, 2001). “Banho de luz”, segundo Gircoreano e Pacca (2001):

“(…) é a idéia associada à luz ocupando todo o espaço, “iluminando” os objetos e permitindo que sejam vistos pelo olho. Não há uma ligação entre olho do observador, que chega nele; a luz é entendida como um ente estático, sem movimento” (p. 31).

Sobre a concepção de reflexão da luz, segundo uma pesquisa realizada com crianças de 06 a 13 anos (Goulart, Dias e Barros, 1989), as autoras verificaram que “muitas crianças entendem reflexão como luz sendo reenviada pelo espelho; elas não reconhecem que objetos opacos ordinários “reemitem luz”” (p.14).

La Rosa et al (1984), ao investigar as concepções espontâneas dos estudantes sobre reflexão do espelho plano, verificaram que o senso comum considera que a imagem do objeto está na superfície do próprio espelho. A luz enfraquece com a distância de forma semelhante ao ímpeto carregado pelo corpo. Ao passo que, para o senso comum, as cores são propriedades intrínsecas do objeto, não dependendo da luz que o ilumina (La Rosa et al, 1984; Bravo e Pesa, 2005; Lahera e Forteza, 2006).

Diante dos mecanismos da visão, La Rosa et al (1984) constatou a presença da concepção de “raio visual”, onde a luz vai do olho até o objeto, independente de haver luz ou não no ambiente. Não obstante, observamos que certas concepções prévias dos estudantes são semelhantes às concepções e hipóteses propostas pelos filósofos da antiguidade e que,

posteriormente, foram refutadas por novas teorias, ou seja, evoluíram para novos modelos, os quais foram aceitas pela comunidade científica.

Por exemplo, o termo “raio visual” advém das idéias dos pensadores da Antiguidade. Para esses pensadores, dentre outras hipóteses sobre visão, sustentava-se a concepção do olho emanar segmentos retilíneos, capazes de examinar o mundo externo e trazer para a mente dados necessários para conhecermos e representarmos as formas e cores dos corpos (Barros e Carvalho, 1998; Bassalo, 1986). Como discutem Barros e Carvalho (1998):

“Entre os principais defensores dessa teoria podemos citar o filósofo grego Pitágoras (~580-500 a.C.). Segundo ele, os raios visuais emanavam do olho, propagavam-se em linha reta e se chocavam com o corpo observado, sendo a visão a consequência deste choque. Como esses raios eram divergentes, a certa distância do olho se tornava apreciável o espaço que os separava, o que explicaria que, a grandes distâncias, os objetos pequenos poderiam escapar à ação visual. Essa idéia foi admitida pela maioria dos filósofos da Antiguidade, estendendo-se seu êxito durante toda a Idade Média. Já para o filósofo Platão (428-347 a.C.), a visão de um objeto era formada por três jatos de partículas: um partindo dos olhos, um segundo proveniente do objeto percebido e um terceiro vindo das fontes luminosas. Assim, um feixe de raios luminosos partia dos olhos até o objeto observado, lá se combinava com os raios provenientes da fonte iluminadora, retornando então aos olhos, o que lhes dava a sensação de visão” (p. 86).

Diante dessas considerações, Driver e Easley (1978) afirmam que:

“(...) alunos, do mesmo modo que cientistas, trazem para as aulas de Ciências algumas idéias ou crenças já formuladas. Estas crenças afetam as observações que eles fazem bem como as inferências daí derivadas. Alunos, do mesmo modo que cientistas, constroem uma visão do mundo que os capacita a lidar com situações. Transformar esta visão não é tão simples quanto fornecer aos alunos experiências adicionais ou dados sensoriais. Envolve também ajudá-los a reconstruir suas teorias ou crenças, a experimentar, por assim dizer, as evoluções paradigmáticas que ocorreram na história da ciência” (p. 5).

Vale ressaltar que autores que propõem diversos modelos de aprendizagem concebida como Mudança Conceitual (Posner et al, 1982) sugerem uma analogia entre a construção de conhecimentos na aprendizagem e evolução histórica dos conhecimentos científicos. Segundo a terminologia de Kuhn (2005), uma mudança de paradigma<sup>10</sup>. À luz de Kuhn (2005), os autores identificam quatro condições para que aconteça uma mudança conceitual:

- 1- É preciso que se produza insatisfação com os conceitos existentes:
- 2- deve existir uma concepção minimamente inteligível que

---

<sup>10</sup> Thomas Kuhn em seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas” discute que a ciência não é uma transição suave do erro à verdade, e sim uma série de crises ou revoluções, expressas como “mudanças de paradigmas” Kuhn (2005).

- 3- deve chegar a ser plausível, embora inicialmente contradiga as idéias prévias do aluno, e
- 4- deve ser potencialmente frutífera, dando explicação às anomalias encontradas e abrindo novas áreas de pesquisa.

Entretanto Mortimer (1995) questiona a visão de substituição de pré-concepções por idéias científicas e como apresenta Villani (2001):

“O autor trabalha com a idéia de *perfil conceitual*, baseada na teoria de Bachelard (1980), e considera intrínseco à evolução cognitiva manter as idéias antigas com as novas. O ensino deve visar uma mudança do perfil conceitual dos alunos por enriquecimento do espectro de idéias disponíveis para a compreensão dos problemas. Além de introduzir as novas idéias compatíveis com a visão científica, clássica e/ou moderna, deve-se auxiliar o aluno a reconhecer os contextos nos quais é oportuno utilizar cada tipo de idéia, seja ela científica ou não” (p. 175).

Ainda dentro dessa perspectiva, Pozo (2002) considera que durante o processo de evolução dos conhecimentos prévios para conceitos científicos ocorre muito mais do que uma simples mudança de conceitos, na verdade acontece uma mudança na forma de concebê-los, uma total “reestruturação”, ou seja, o conhecimento deve ser construído.

Norteados por essas idéias, observa-se que para que haja uma reestruturação conceitual profícua a respeito dos fenômenos da Óptica é de suma importância que se conheçam as idéias preconcebidas dos estudantes e, a partir desse conhecimento, se crie ambientes favoráveis e estratégias as quais permitam o processo de evolução do conhecimento para um modelo científico, bem como adaptar os valores culturais alternativos com os que sustentam a ciência.

## **1.5- REESTRUTURAÇÃO CONCEITUAL E O IMPACTO DE ATIVIDADES MUSEAIS SOBRE OS ESTUDANTES**

Os museus de ciências enquanto instituições educacionais por meio de suas diversas atividades de cunho experimental, interativo e lúdico, como já discutimos anteriormente, permitem que concepções alternativas se reestrutorem em concepções aceitas cientificamente a partir do processo de construção do conhecimento.

Os aparatos experimentais apresentam a capacidade de desequilibrar o senso comum, buscando o questionamento das concepções alternativas, principalmente quando esses aparatos tratam de fenômenos científicos presentes no cotidiano, que mexem com curiosidade epistemológica (Cazelli et al, 2002).

Outro foco do presente estudo está nas transformações das concepções pré-existentes a partir do impacto das atividades experimentais. Essa transformação se dá a partir da compreensão do fenômeno científico explorado durante a interação com o aparato experimental, pois como afirmam Rubini, Kurtenbach e Coutinho-Silva (2005) “(...) os conceitos, ao invés de serem transmitidos, são verdadeiramente percebidos pelo visitante enquanto este realiza as atividades propostas por monitores” (p.2).

Nas palavras de Oppenheimer (1990):

“Um museu não deve ser um substituto de uma escola ou sala de aula, mas deve ser um local em que pessoas vão tanto para ensinar quanto para aprender. Visitantes devem ser capazes de achá-lo agradável e estimulante. Acima de tudo deve ser honesto e, portanto passar a compreensão de que a ciência e a tecnologia possuem um papel que é profundamente enraizado nos valores e nas aspirações humanas” (p. 221).

Os estudiosos de educação em museus de ciências também têm discutido o impacto das atividades museais (Silva, 2004; Garnett, 2003; Persson, 2000; Falk e Dierking, 2002). Dentre esses autores, destacaremos Garnett (2003), em seu trabalho intitulado “The impact of Science Centers/Museums on the Surrounding Communities”. Ele define os diferentes impactos intrínsecos às atividades propostas pelos centros e museus de ciências.

De acordo com Garnett (2003):

- O impacto social é definido com o efeito que o centro ou museu de ciências causa nas pessoas, nas organizações e na construção, e no ambiente natural. Exemplos: local, regional, turismo internacional, atividades comunitárias, programa de voluntariado, empregos para jovens, parcerias com a comunidade, restauração de equipamentos, estradas, estacionamento, transportes;
- O impacto político é a influência que um centro ou museu de ciências tem nas políticas do governo e no estabelecimento de prioridades. Ocorre em todos os níveis do governo;
- O impacto econômico é representado pelos efeitos diretos e indiretos que o centro ou museu de ciência tem na economia local. Inclui indicadores como: “receitas obtidas por vendas aos visitantes”, “receitas obtidas pela comunidade a partir dos visitantes”, “despesas do centro de ciências” e “criação de empregos por consultorias e empregadores externos”;
- O impacto pessoal designa as mudanças que ocorrem no indivíduo como resultado do seu contato com o centro ou museu de ciências e inclui fatores como prazer



peçoal, aumento da habilidade profissional, direcionamento para a formação de carreira, experiência social, mudanças de atitudes em relação à ciência e aprendizagem em ciência.

Norteador por Garnett (2003), o presente trabalho adota a designação de impacto pessoal, pois investigou as “mudanças de atitudes” de estudantes “em relação à ciência” após participarem de uma atividade museal.

A partir dessas considerações introdutórias, podemos sintetizar o problema central dessa dissertação na seguinte questão:

Qual o impacto que uma atividade de divulgação científica de cunho museal exerce sobre os participantes?

Dessa forma, esse estudo se propôs por meio de atividades de divulgação científica inerentes aos museus e centros de ciências contribuir para a popularização científica em algumas escolas da rede pública de ensino do Rio de Janeiro, bem como investigar o impacto dessas atividades sobre os alunos dessas instituições.

A partir desse objetivo geral, desdobramos alguns objetivos específicos, no qual desenvolvemos aparatos experimentais interativos que abarcam fenômenos Ópticos compondo nossa atividade de divulgação científica com um viés museal.

No prosseguimento desta pesquisa, investigamos as concepções espontâneas dos estudantes sobre alguns fenômenos da Óptica, para posteriormente correlacioná-las com suas concepções após a interação com os aparatos experimentais construídos.

Além de tecermos essas comparações, buscamos indagar as concepções dos estudantes por meio de ferramentas metodológicas aplicadas somente após a intervenção. Também averiguamos o grau de aceitação de nossas atividades por parte dos participantes da pesquisa.

Direcionamos esta pesquisa para o ensino de Ciências em ambientes de ensino formal e não-formal, mais especificamente para alunos que nunca estudaram formalmente conceitos inerentes aos fenômenos Ópticos, a fim de investigarmos o real impacto de nossas atividades sobre esses estudantes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1- OBJETIVO GERAL**

O objetivo principal deste estudo foi avaliar o impacto de uma atividade museal em ambientes de ensino formal (escolas da Baixada Fluminense, RJ) e não-formal (Espaço Ciência Viva), a partir do desenvolvimento de aparatos experimentais sobre alguns fenômenos relativos à Óptica.

### **2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos do presente trabalho foram:

- 1- Avaliar o estado operacional dos aparatos experimentais pré-existent no Espaço Ciência Viva e no Centro de Ciências e Cultura do CefeteQ;
- 2- Desenvolver novos aparatos experimentais nesses dois ambientes de ensino não-formal;
- 3- Avaliar a interação propiciada pelo uso dos aparatos experimentais e o quanto esses aparatos podem contribuir para a compreensão de alguns fenômenos da natureza;
- 4- Avaliar o grau de conhecimento sobre a existência e funções dos museus de ciências na sociedade.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia empregada contemplou o desenvolvimento de experimentos interativos, planejados de modo a chamar a atenção dos visitantes para fenômenos científicos e permitir vivências diferenciadas, conforme a bagagem cultural de cada usuário. Planejamos duas formas de oferecer essas atividades ao público: no primeiro momento, convidamos alguns alunos a comparecerem ao espaço de ensino não-formal (museu de ciências) e, no segundo momento, levamos os experimentos até o espaço de ensino formal (escola). Adiante, fornecemos algumas informações relevantes sobre estes espaços de ensino não-formal para um entendimento de sua relevância para o contexto desta pesquisa desenvolvida em duas partes, também descritas neste capítulo.

Para facilitar a compreensão do trabalho, dividimos o mesmo em duas partes:

Parte 1 – Avaliação do estado operacional de experimentos interativos disponíveis no Espaço Ciência Viva (ECV) e Centro de Ciências e Cultura do CefeteQ (C4), bem como a recuperação e desenvolvimento de novos experimentos para estes dois centros de divulgação científica.

Parte 2 – Contempla as entrevistas e questionários, com a finalidade de avaliar o grau de inserção dos museus de ciências na Baixada Fluminense, RJ, bem como o impacto que atividades museais exercem sobre o público participante.

Optamos pela pesquisa qualitativa e quantitativa. As razões que nos levaram a escolher essa abordagem se deram pelo conjunto de recursos metodológicos que lhe estão associados, como detalharemos adiante.

#### **3.1 – OS ESPAÇOS DE ENSINO NÃO FORMAIS EMPREGADOS E SEU CONTEXTO PARA A PESQUISA**

##### **3.1.1 - Espaço Ciência Viva: primeiro centro de ciências do Brasil**

O Espaço Ciência Viva (ECV) localiza-se no bairro da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro. Enquanto primeira instituição interativa de divulgação científica surgiu no início da década de 80 com a seguinte filosofia:

“Cada atividade deverá significar para o participante o desencadeamento de um processo de redescoberta de uma conquista de humanidade, surgida num contexto social, político e econômico bem determinado e motivado por razões específicas. Pretende-se mostrar que a ciência é um fator de

transformação social, de melhoria da qualidade de vida, principalmente quando seus frutos são partilhados por todos os segmentos sociais. O cerne dessa filosofia de trabalho está na participação transformada em ato. É preciso mexer, sentir, olhar, cheirar e fazer, literalmente com as próprias mãos o que leva a familiarização, desta à desmistificação, daí o conhecimento, em seguida a crítica e finalmente a proposta de melhora, com o início de um novo ciclo” (Portfólio de apresentação do Espaço Ciência Viva, 1984).

O embrião do ECV surgiu com o projeto pioneiro de divulgação “Seis e Meia da Ciência”, da SBPC<sup>11</sup>- Rio, em 1981. Posteriormente, o grupo que compunha o ECV, deu início a atividades itinerantes (Costantin, 2001). Ao longo desses primeiros anos, a equipe desenvolveu diferentes tipos de eventos de divulgação científica realizados em praças públicas, comunidades carentes, parques urbanos do Rio de Janeiro e outras cidades, atingindo um público médio de mil pessoas por evento. A partir de 1986, o museu ECV se estabeleceu em um galpão de 1.600 m<sup>2</sup>, localizado na Tijuca, próximo à Praça Saens Peña e, desde então, está aberto ao público (Coutinho-Silva et al, 2005).

Hoje, o ECV mantém exposição permanente com cerca de 60 módulos interativos de Física, Matemática, Percepção, Biologia, Sexualidade, Astronomia e Música, além de várias oficinas participativas, palestras com cientistas, entre outras atividades de divulgação científica.

### **3.1.2- Centro de Ciências e Cultura de Cefet Química**

O Centro de Ciências e Cultura de Cefet Química (“C4”) está situado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Química, em Nilópolis, RJ. Apresentou sua primeira exposição científica no ano de 2004 e, desde então, vem desenvolvendo exposições temáticas em eventos como Sematec<sup>12</sup> (Semana de Tecnologia) e Encontro Escola Comunidade<sup>13</sup>, que ocorrem no CefeteQ, bem como eventos itinerantes como a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (primeira participação em 2006) e visitas a escolas da Baixada Fluminense através

---

<sup>11</sup> Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

<sup>12</sup> Um evento anual promovido e realizado no CEFETEQU em sua unidade de Nilópolis. Realizada pela primeira vez em 1995, surgiu a partir da necessidade da criação de um espaço onde professores, profissionais, alunos, empresas e instituições ligadas às áreas de Saneamento, Meio Ambiente, Química e Metrologia, pudessem trocar vivências e informações que levassem ao aprimoramento do ensino e da prática dessas áreas de conhecimento, no âmbito acadêmico e empresarial. Com objetivo de divulgar os projetos tecnológicos e didáticos da Instituição, promovendo debates sobre o papel da Ciência e Tecnologia na sociedade. São realizadas palestras, cursos de extensão e apresentação de projetos desenvolvidos por alunos do Ensino Técnico e da Graduação (Aguiar, 2000).

<sup>13</sup> Trata-se de um evento institucional com o objetivo de promover a integração da Instituição com a Comunidade da Baixada Fluminense, por meio de atividades educacionais, tecnológicas e culturais. São realizadas palestras, oficinas, exposições e cursos de extensão (<http://www.CefeteQ.br/eventos/index.htm>).

de projeto “Ciência vai à Escola” que se iniciou a partir do trabalho dessa dissertação de mestrado.

De acordo com o regimento interno do Cefet Química, o Centro de Ciência e Cultura tem os seguintes objetivos:

I – Desenvolver, na Baixada Fluminense, atividades de divulgação, alfabetização e popularização científicas junto a professores e estudantes de diferentes níveis do ensino e à população em geral;

II – Promover a formação contínua de professores, especialmente os da Baixada Fluminense, através de cursos de atualização, palestras e oficinas relacionadas às Ciências Naturais e Humanas;

III – Servir como Laboratório de Educação, disponibilizando espaço e apoio material aos componentes curriculares das licenciaturas que visam à produção de recursos para o ensino e à realização da prática docente;

IV – Oferecer oportunidades de iniciação científica, através do envolvimento de estudantes em projetos voltados para a divulgação, a alfabetização e a popularização das Ciências;

V – Realizar exposições itinerantes que, levadas às escolas de Ensino Fundamental e Médio, contribuam com a qualidade do ensino formal de Ciências e que, apresentadas em espaços públicos, resultem em oportunidades de letrado científico e de formação da cidadania;

VI – Proporcionar oportunidades de formação aos estudantes do curso de Produção Cultural, envolvendo-os na realização de eventos científico-culturais e na preparação de atividades realizadas em espaços não-formais de educação.

O C4 possui módulos experimentais nas áreas de Óptica, Mecânica, Acústica e Educação Ambiental, além de oferecer oficinas participativas durante eventos como Sematec e Encontro Escola Comunidade.

## **3. 2 – PRIMEIRA PARTE DA PESQUISA**

### **3.2.1. Avaliação e Desenvolvimento dos Aparatos Experimentais do ECV**

Ao iniciarmos nossa pesquisa, o ECV disponibilizava em seu acervo módulos interativos versando sobre o tema “Óptica”, sendo que alguns se encontravam desativados devido a problemas operacionais. Após realizarmos a avaliação dos módulos, durante os meses de setembro a novembro de 2004, retiramos alguns desses experimentos da sala de

exposição para que pudéssemos reconstruí-los. Optamos, também, por **projetar e construir** um novo espaço físico que contribuísse para a interação eficiente com os experimentos. Esse momento da pesquisa ocorreu no período de janeiro a julho de 2005. Com objetivo de atrair a atenção dos visitantes, nomeamos este espaço por “*Mundo das Luzes e Cores*” e o mesmo foi projetado para abrigar todos os experimentos que necessitassem de ausência de luz.

Os experimentos denominados “Construindo o Arco-Íris”, “Formando Imagens” e “Sombras Coloridas” foram os escolhidos para serem reconstruídos e, então, compor o módulo cuja temática era “Luz, Cor e Formação de Imagens”.

Destacamos que nossas atividades agregam diferentes tipos de visitantes e, com isso, abrangem problemas distintos de compreensão. Portanto, à luz de Coutinho–Silva et al (2005) entre outros autores, buscamos em cada experimento uma linguagem simples de fácil compreensão, a fim de permitir que o visitante sistematize suas próprias respostas.

Ainda dentro dessa proposta, construímos o experimento “Filtros Coloridos” e montamos a oficina de lentes com o material já existente no ECV.

Além da estruturação dos experimentos, refizemos todos os cartazes desse módulo baseados em Marandino (2002). Essa autora, ao discutir a disposição dos textos em exposições de museus de ciências, afirma que:

“Esses textos em geral são associados a objetos e possuem formato que considera a sua leitura no suporte em que está apresentado, tendo cuidado com tamanho de letra, (...) com a qualidade visual, cor, iluminação, preservação (...) e que em geral realiza uma forma específica de interação com o leitor” (p.188).

Portanto, de acordo com Marandino (2002) e outros trabalhos (Coxall, 2004; Ekarv, 2004; Gilmore e Sabine, 2004), detectamos muitos problemas nos textos antigos, e os refizemos norteados pelos parâmetros desses autores. Apresentaremos toda essa problemática e as soluções no capítulo que trata dos resultados desse estudo.

Vale ressaltar que para a construção dos novos equipamentos experimentais em Óptica do ECV, recebemos apoio financeiro do CNPq e da Fundação Vitae.

### **3.2.2. Avaliação e Desenvolvimento dos Aparatos Experimentais do C4**

Ao longo da reconstrução dos experimentos no ECV, construímos em paralelo no C4 alguns experimentos portáteis, nos quais seguimos as mesmas diretrizes empregadas no ECV, já discutidas.

Também, construímos dois aparatos experimentais adicionais, a saber: “Disco de Newton” e “Máquina Fotográfica”, delineados também por essa temática, nos quais seriam inseridos no módulo experimental<sup>14</sup> “Mundo das Luzes e Cores” do C4. Resolvemos construir esses novos aparatos visando sua utilização nas escolas. Desenvolvemos o módulo experimental no C4 no período de julho a outubro de 2005.

### **3.3 – SEGUNDA PARTE DA PESQUISA**

A segunda parte da pesquisa contempla a elaboração e análise de questionários, bem como entrevistas e utilização da técnica da lembrança estimulada. Assim, o estudo teve como base inicial uma investigação orientada pelos padrões da pesquisa qualitativa desenvolvida no campo educacional formal e não-formal, bem como a partir de dados mensurados (Minayo, 2004; Bardin, 1977; Alexandre, 2003; Hooper-Greenhil, 2004; Lüdke e André, 1986; Pádua, 2004).

A abordagem qualitativa permite ao pesquisador utilizar estratégias que simplificam a descoberta de fenômenos, pois funciona como o fio condutor para a solução dos problemas que deram origem ao estudo. Dentre essas estratégias, podemos citar a entrevista semi-estruturada, questionários com perguntas abertas e fechadas, narrativas dos sujeitos, análise de documentos, gravação em vídeo e outras (Minayo, 2004). Enquanto que na metodologia quantitativa, os pesquisadores buscam exprimir as relações de dependência funcional entre variáveis para tratarem do “como” dos fenômenos. Eles procuram identificar os elementos constituintes do objeto estudado, estabelecendo a estrutura e a evolução das relações entre os elementos (Portela, 2004).

Portanto, buscamos na presente pesquisa a articulação entre as abordagens quantitativas e qualitativas que valorizam, complementam e contribuem para a compreensão da pesquisa numa perspectiva dialógica e num esforço mútuo de comunicação entre os distintos saberes (Deslandes e Assis, 2002). As vantagens de se integrar os dois métodos estão, de um lado, na explicitação de todos os passos da pesquisa, de outro, na oportunidade de prevenir a interferência da subjetividade do pesquisador nas conclusões obtidas.

---

<sup>14</sup> Chamaremos neste trabalho de módulo experimental o conjunto de experimentos ou aparatos experimentais que possuem a mesma temática.

### 3.3.1 - Locais da Pesquisa

A pesquisa foi realizada dentro de ambientes de ensino não-formal e formal: o ECV (espaço de ensino não-formal) situado no bairro da Tijuca, Rio de Janeiro, onde construímos ao logo da pesquisa os experimentos para compor o módulo “Mundo das Luzes e Cores”. Após a construção desse módulo, convidamos alunos das escolas públicas ao redor da instituição para participarem das entrevistas e interagirem com os experimentos no período de fevereiro a julho de 2006. Essas entrevistas ocorreram na sala de vídeo do centro de ciências.

A outra parte da pesquisa foi realizada em municípios da Baixada Fluminense, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, a saber: Nilópolis, Nova Iguaçu e Queimados. Este momento contemplou, conforme declarado anteriormente, uma iniciativa de ir até as escolas da Baixada Fluminense.

Ao término da construção dos aparatos experimentais portáteis do C4 (espaço de ensino não-formal), localizado no Município de Nilópolis, RJ, realizamos uma pesquisa prévia com os alunos do Cefet Química (mediadores das atividades nas escolas), esta fase ocorreu no período de outubro e novembro de 2005. Após nossa intervenção junto a esses estudantes, levamos as atividades em pauta para as escolas (espaço de ensino formal) selecionadas da rede pública (municipal e estadual) da região, a saber: Escola Municipal Janir Clementino Pereira, localizada no distrito de Miguel Couto em Nova Iguaçu; Escola Municipal Scintilla Exel, em Queimados; e Ciep 335 Professor Joaquim de Freitas, também em Queimados. A escolha dessas escolas se deu aleatoriamente. Assim como no ECV, esse momento da pesquisa ocorreu no período de fevereiro a julho de 2006.

### 3.3.2 – Sujeitos da Pesquisa e Amostragem

Para a escolha dos participantes da pesquisa, levamos em consideração o fato deles não terem tido um contato formal com o estudo da Óptica. Consideramos esse aspecto relevante, pois buscamos levantar informações sobre a linguagem que empregam para explicar fenômenos físicos do nosso cotidiano.

Dentro desse quadro, trabalhamos com três grupos distintos, chamaremos de grupo 1, 2 e grupo 3:

**Grupo 1** – Os integrantes desse grupo são os estudantes da rede municipal do bairro da Tijuca que foram convidados para participar das atividades experimentais no ECV. São alunos da 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental com idades entre 13 e 17 anos das seguintes



escolas: Escola Municipal General Euclides Figueiredo e Escola Municipal Orcina da Fonseca.

**Grupo 2** – É o grupo formado por alunos do Cefet Química/Nilópolis da turma CAM (Controle Ambiental) 222/2005<sup>15</sup>, possuem 14 ou 15 anos de idade.

Esses estudantes, após participarem das atividades experimentais e passarem pela intervenção da pesquisadora, atuaram como multiplicadores, pois ao longo das atividades de visitas às escolas da Baixada Fluminense, atuaram como mediadores dos experimentos e oficinas. A escolha desses estudantes se deu pelo fato de serem alunos da pesquisadora e por terem demonstrando grande interesse pelos experimentos.

**Grupo 3** – Esse grupo abarcou estudantes das escolas da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense.

Na Escola Municipal Janir Clementino Pereira, em Nova Iguaçu, as atividades foram realizadas com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental. No Ciep 335: Professor Joaquim de Freitas, desenvolvemos as atividades com alunos da 8ª série. Já na Escola Municipal Professora Scintilla Exel, realizamos as atividades em dois turnos distintos, nos turnos da tarde e manhã com alunos da 7ª e 8ª série e no turno da noite com alunos do EJA<sup>16</sup>. As idades dos estudantes dos cursos diurnos eram de 13 a 18 anos, ao passo que os alunos do EJA suas idades eram de 17 a 72 anos.

Cabe ressaltar que essas atividades nas escolas eram abertas para toda a instituição, ao passo que nossa intervenção por meio de entrevistas, questionários, fotografias e filmagens só ocorreram com as turmas nas quais tínhamos a autorização do participante de pesquisa ou responsável, quando menor de idade.

O quadro abaixo apresenta a relação dos alunos participantes do estudo com os instrumentos de coletas de dados (será detalhado a seguir).

**Quadro 3.1 – Participantes da pesquisa e os instrumentos de avaliação.**

Alunos	Responderam ao questionário	Entrevista semi - estruturada sobre Óptica	LE
CefeteQ	06	00	00
ECV	61	61	00
Escolas/BF	128	106	10
Total	195	167	10

**Legenda:**

LE - Técnica de lembrança estimulada.

CefeteQ – alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química

<sup>15</sup> 222/2005: **222** significa que são alunos do 2º período do curso de Controle Ambiental e **2005** representa o ano no qual ingressaram na instituição em questão.

<sup>16</sup> EJA (Educação de Jovens e Adultos) etapa IV – equivalente a 7ª/8ª série do Ensino Fundamental.

ECV – alunos da rede municipal de ensino do bairro da Tijuca que participaram da pesquisa no Espaço Ciência Viva.  
Escolas/BF – alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense.

### **3.3.3 – Estratégias de avaliação**

Procuramos na presente pesquisa algumas formas de colher dados, buscando manter complementaridade entre os diferentes recursos. Portanto, essa coleta de dados foi dividida em três etapas, a saber:

- 1 – Questionários;
- 2 – Entrevista semi-estruturada;
- 3 – Lembrança estimulada.

Por meio desses instrumentos de avaliação, buscamos em nossa pesquisa avaliar algumas noções de Óptica dos participantes da pesquisa, a saber:

- a) natureza da luz;
- b) propriedades da luz: cor, trajetória;
- c) reflexão da luz;
- d) reflexão e absorção da luz – com o uso de filtros – e as cores.

Detalharemos abaixo cada um dos instrumentos utilizados.

#### **3.3.3. a– Questionários**

Objetivando indagar as concepções espontâneas dos participantes da pesquisa e o impacto das atividades experimentais interativas, elaboramos o questionário baseados em alguns trabalhos que discutem concepções alternativas em Óptica, Silva (2004), Lahera e Fortaleza (2006).

Buscamos também investigar, por meio de questionário, o quanto os museus e centros de ciências estão incorporados como opção de lazer e cultura para os moradores da Baixada Fluminense.

Elaboramos dois questionários, no qual o primeiro foi classificado como o pré-teste (anexo 1, p. 147) e sofreu alterações por não se enquadrar nos parâmetros da presente pesquisa. Após modificações no questionário pré-teste, desenvolvemos o questionário final (anexo 2, p. 150), no qual foi estendido a todos os participantes da pesquisa.

Durante a elaboração do questionário final, atentamo-nos para uma linguagem de fácil comunicação com os entrevistados. Portanto, o questionário apresentou perguntas fechadas à luz dos procedimentos metodológicos propostos por Minayo (2004). Para a autora, as

perguntas fechadas apresentam facilidade e rapidez no ato de responder (Minayo, 2004). Também inserimos no questionário perguntas abertas, como sugere Pádua (2004):

“(...) perguntas abertas, por exigirem uma resposta pessoal, espontânea, do informante, trazem dados importantes para uma análise qualitativa, pois as alternativas de respostas não são todas previstas, como no caso das perguntas fechadas” (p. 74).

Portanto, decidimos colher dados que nos mostrassem a concepção que o aluno trazia sobre o assunto de forma generalizada, através das perguntas fechadas; e, de forma específica, o que foi feito através de respostas de cunho pessoal (perguntas abertas).

### **3.3.3.b- Entrevista Semi-Estruturada**

Também utilizamos como instrumento de avaliação a entrevista semi-estruturada, “aplicada a partir de um pequeno número de perguntas abertas” (Thiollent, 1987 apud Santos, 1997).

“Suas qualidades (entrevista semi-estruturada) consistem em enumerar de forma mais abrangente possível às questões que o pesquisador quer abordar no campo, a partir de suas hipóteses ou pressupostos, advindos obviamente, da definição do objeto de investigação”. (Minayo, 1994, p.121).

Segundo Lüdke e André (2004), nesse tipo de entrevista:

“... não há imposição de uma ordem rígida de questões, o entrevistado discorre sobre o tema com base nas informações que ele detém (...) na medida em que houver um clima de estímulo e aceitação mútua, as informações fluirão de maneira notável e autêntica” (p. 34).

Ainda, de acordo com os autores Lüdke e André (2004), “essa metodologia permite que o entrevistador faça as necessárias adaptações”, ou seja, durante a entrevista em função das respostas dos entrevistados não é necessário seguir o roteiro pré-estabelecido, o entrevistador tem a liberdade de fazer as modificações que lhe convier e forem pertinentes durante as entrevistas.

Portanto, nossa entrevista, de acordo com a perspectiva semi-estruturada, teve como base roteiros com questões abertas sobre a formação do arco-íris e as concepções sobre cor. Esse tipo de entrevista obteve como aliadas as filmagens e gravações em fitas cassetes, com a autorização dos sujeitos envolvidos e sendo transcritas em um momento posterior pela pesquisadora.

Cabe ressaltar que tanto os questionários quanto as entrevistas foram realizadas pré e pós-intervenção. As mudanças nas respostas expressariam, então, um impacto favorável ou desfavorável na compreensão dos conceitos de Óptica por parte dos estudantes.

### **3.3.3.c- Lembrança Estimulada**

A última etapa da avaliação também consistiu de entrevista semi-estruturada que ocorreu quatro meses após a interação dos alunos com os aparatos experimentais (mês de novembro de 2006). Nessa entrevista, 10 alunos escolhidos aleatoriamente de um universo de 74 alunos que participaram das atividades experimentais da Escola Municipal Scintilla Exel, na Baixada Fluminense, foram colocados diante de uma fotografia digital de cada aparato experimental no qual eles interagiram. Vale ressaltar que a entrevista ocorreu individualmente, não havendo interferências de outros colegas nas respostas. A escolha dessa escola se deu em função da facilidade de acesso por parte da pesquisadora.

Utilizamos essa metodologia à luz de Falcão e Gilbert (2005) como uma forma de estimular a verbalização desses alunos em relação às experiências vivenciadas por meio dos aparatos experimentais. Os resultados obtidos por meio dessa técnica chamada de lembrança estimulada podem esclarecer questões relacionadas à aprendizagem que ocorre nos museus de ciências Falcão e Gilbert (2005).

De acordo com os pesquisadores Falcão e Gilbert (2005), a metodologia de lembrança estimulada:

“Atualmente se refere a um grupo de métodos de pesquisa em que o sujeito é exposto a registros (audioteipes, fotografias, videoteipes, escritos, desenhos) relacionados a uma atividade específica da qual participou (aulas, conferências, sessão de análise, etc.). Entende-se que os registros funcionam como pistas que capacitam os participantes a se lembrarem de um episódio em que tiveram uma experiência específica, tornando-se capazes de expressar verbalmente os pensamentos que desenvolveram durante a atividade” (p. 94).

Assim, buscamos por meio dessa ferramenta metodológica constatar as lembranças mais significantes de nossas atividades para esses estudantes, bem como averiguar o quanto esses experimentos foram relevantes para esse grupo.

### **3.3.3.1 – Questionários e entrevistas: procedimentos de análise**

O questionário pré e pós-intervenção permitiu que confrontássemos as concepções prévias dos alunos com seus conhecimentos adquiridos sobre a formação de imagens para os diferentes tipos de lentes, a natureza da luz e cores após a interação com os aparatos experimentais e discussões com seus colegas e com os mediadores. Para isso, elaboramos dois questionários.

O primeiro questionário chamado de pré-teste (anexo 1) foi composto por 09 perguntas, onde quatro eram fechadas e cinco abertas. O instrumento foi testado com 10 alunos do Cefet de Química e com 30 alunos da primeira escola que nós visitamos, a Escola Municipal Janir Clementino Pereira. Isso foi necessário para determinar sua clareza e efetividade mediante o trabalho proposto, além de gerar críticas e sugestões para o seu aprimoramento.

Após a análise do pré-teste, com avaliação das críticas e sugestões, algumas perguntas tiveram sua formulação alterada, algumas foram retiradas, enquanto outras questões foram acrescentadas. Ao final dessas alterações, elaboramos os questionários definitivos (anexo 2), onde o questionário de pré-intervenção possuía as mesmas perguntas da pós-intervenção, excetuando as duas últimas perguntas cujas respostas dependeriam da interação dos alunos com os experimentos.

Na entrevista semi-estruturada, ao verificarmos as concepções prévias e as modificações conceituais dos estudantes sobre cor e formação do arco-íris, constatamos que o instrumento mostrou-se de grande utilidade, já que possibilitou o desencadeamento de discussões instigantes por parte dos estudantes sobre os temas em questão nas entrevistas em grupo e nas entrevistas individuais, após observarem as fotografias por meio da metodologia da lembrança estimulada.

### **3.3.4 – Análise dos Dados**

Para a avaliação de dados, a análise de conteúdo foi a que nos pareceu mais apropriada ao tipo de investigação que desenvolvemos, pois realizamos ao longo da pesquisa vários procedimentos de análise qualitativa e a análise desses dados esteve apoiada em dados quantitativos.

De acordo com Bardin (1977):

“A análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a "discursos" extremamente diversificados. Seu objetivo consiste na

manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem. Divide-se em dois tipos: qualitativa e quantitativa. A característica da análise qualitativa é a inferência ser fundada na presença do índice (tema, palavra, personagem, etc.) e, a partir disso, descobrir os "núcleos de sentido" que compõem a comunicação, enquanto que, na análise quantitativa o determinante é a frequência com que o índice se apresenta no discurso" (p. 38).

Santos e Resende (2001) afirmam que:

"A análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a "discursos" extremamente diversificados (...) Divide-se em dois tipos: qualitativa e quantitativa. A característica da análise qualitativa é a inferência ser fundada na presença do índice (tema, palavra, personagem, etc.) e, a partir disso, descobrir os "núcleos de sentido" que compõem a comunicação, enquanto que, na análise quantitativa o determinante é a frequência com que o índice se apresenta no discurso" (p. 05).

Ainda para Berelson (1952), a análise de conteúdo é "uma técnica de pesquisa para a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação" (p.18).

De acordo com Angelini, Netto e Rosamilha (2001):

"Para que seja objetiva tal descrição exige uma definição precisa das categorias de análise, de modo a permitir que diferentes pesquisadores possam utilizá-las, obtendo os mesmos resultados; para ser sistemática, é necessário que a totalidade de conteúdo relevante seja analisada com relação a todas as categorias significativas; a quantificação permite obter informações mais precisas e objetivas sobre a frequência da ocorrência das características do conteúdo" (p. 21).

Dessa forma, ao término da coleta de dados, estudamos todas as respostas dos entrevistados, identificamos as principais idéias presentes em cada resposta com o objetivo de sistematizarmos todos os resultados obtidos. Como estratégia de análise, buscamos classificar os resultados em categorias. Sendo assim, recorremos a Silva (2004), pois segundo a autora: "(...) a estratégia de análise de dados (...) visa buscar nas respostas dos estudantes padrões que possam se agrupar em categorias, que seriam comparadas nos questionários anteriores e posteriores à atividade" (p. 47).

Ainda, segundo Alexandre (2003):

"O conjunto de categorias deve ser derivado de um único princípio de classificação (agrupamento de grande número de respostas a determinado item em um pequeno número de categorias); deve ser exaustivo (suficiente para incluir todas as respostas) e as respostas devem ser mutuamente exclusivas (não colocar determinada resposta em mais de uma categoria do conjunto)" (p. 77).

Ao categorizarmos as diferentes respostas dos alunos, conseguimos comparar os questionários pré e pós-intervenção.

Os resultados quantitativos obtidos por meio dos questionários foram organizados através de gráficos com frequências simples. Para investigar a relação entre as respostas dos alunos da Tijuca e alunos da Baixada Fluminense, entre as respostas dos estudantes da rede municipal e estadual do turno diurno da Baixada Fluminense e alunos da rede municipal do turno noturno da Baixada Fluminense, bem como entre as respostas dos estudantes das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense e alunos do CefeteQ.

Com o objetivo de considerar o grau de impacto que as atividades experimentais interativas exerceram sobre os estudantes, à luz de Silva (2004), ao final de cada análise de respostas para as perguntas do questionário, apresentaremos um quadro com uma síntese da dinâmica de mudanças nas concepções, onde em função da evolução da mudança conceitual, classificaremos como impacto favorável (quando houver entendimento do fenômeno científico em questão), desfavorável (quando não houver a compreensão do fenômeno) e neutro (quando não houver modificação na resposta).

Na entrevista semi-estruturada na qual indagamos algumas concepções sobre Óptica, utilizamos a análise qualitativa, bem como na entrevista durante a lembrança estimulada. Ao tratar do processo de análise de dados, a transcrição de material verbal pode tomar as mais variadas formas. A maneira mais detalhada é a transcrição literal de uma entrevista gravada com a inclusão de sinais indicando entonações, sotaques, regionalismo e "erros" de fala (Mayring, 2002). Portanto, ao analisarmos as respostas dos alunos durante as entrevistas, realizamos a transcrição fiel das falas, na qual constituiu em uma argumentação clara sobre a defesa da fala.

É importante destacar que, para a realização da presente pesquisa nos ambientes citados, foi solicitada uma autorização às direções das escolas de educação básica, para presidência do ECV e para a direção do Cefet Química (apêndices 2 e 3), bem como para os pais dos estudantes em questão (apêndice 4).

## **4. RESULTADOS**

Neste capítulo, apresentaremos inicialmente os resultados referentes às fases 1 e 2 focadas no projeto e otimização da infra-estrutura física para as atividades experimentais interativas no Espaço Ciência Viva (ECV) e no Centro de Ciência e Cultura do Cefet Química (C4). E, a seguir, os resultados da segunda parte da pesquisa, que é a avaliação por meio de questionários, entrevistas e dos procedimentos de análise.

### **4.1- RESULTADOS DA PRIMEIRA PARTE DA PESQUISA – DESENVOLVIMENTO DOS MÓDULOS EXPERIMENTAIS.**

#### **4.1.1- Infra-Estrutura Física Encontrada no ECV para as Atividades Interativas e a Reconstrução dos Aparatos Experimentais**

Como já discutimos anteriormente, o acervo do ECV conta com inúmeros experimentos, dentre esses há alguns experimentos de Óptica. Contudo para nossa pesquisa escolhemos a temática “Luz, Cor e Formação de Imagens”. A partir de fotografias, apresentaremos os experimentos na forma como os encontramos no início desse trabalho. À luz dessas imagens, discutiremos a seguir os conteúdos envolvidos de cada aparato experimental, bem como toda problemática de funcionalidade identificada nesses aparatos durante a pesquisa. Para finalizar, as modificações que realizamos nos mesmos com o intuito de compor o novo módulo experimental.

É importante ressaltar que antes de desenvolvermos os novos experimentos, construímos um espaço onde seria o novo módulo “Mundo das Luzes e Cores”.

#### **4.1.2– Construção do Espaço “Mundo das Luzes e Cores”**

A maior parte dos experimentos desse módulo necessita de um local com ausência total de luz. A sala onde os experimentos se localizavam era chamada de “Sala das Cores”, sendo constituída por estrutura de madeira e recoberta com tecido preto, já então consideravelmente danificada, com fios emaranhados, o que dificultava a circulação dos visitantes (Figura 4.1).



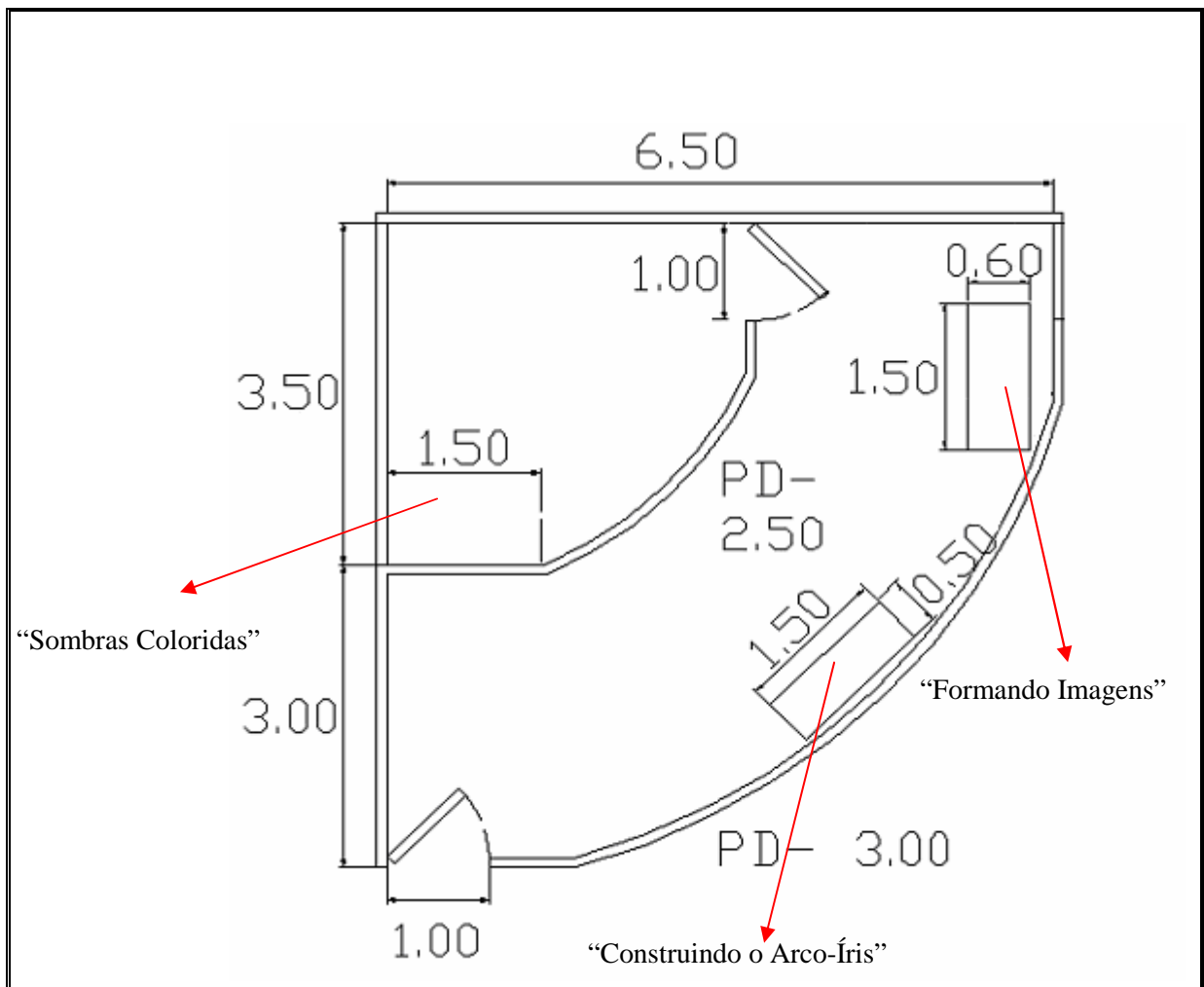


**Figura 4.1:** Vista externa da “Sala das Cores”.

Portanto, nossa primeira construção foi um espaço com essas características denominado “Mundo das Luzes e Cores”. Projetamos e construímos um ambiente com uma área de aproximadamente  $73\text{m}^2$  em gesso acartonado<sup>17</sup>, dividido em dois ambientes, o central com aproximadamente  $21\text{m}^2$ , restando ao ambiente circundante aproximadamente  $52\text{m}^2$  (ver a planta-baixa na figura 4.2). Após a construção desses cômodos, pintamos todas as paredes internas com tinta preta, para que não houvesse reflexão da luz nesses cômodos e atrapalhasse o funcionamento dos aparatos experimentais.

---

<sup>17</sup> Material que consiste basicamente, em uma estrutura interna que suporta painel de gesso, formando paredes mais ou menos espessas que podem, inclusive, ser curvas (Arquitetura e Urbanismo, 1999).

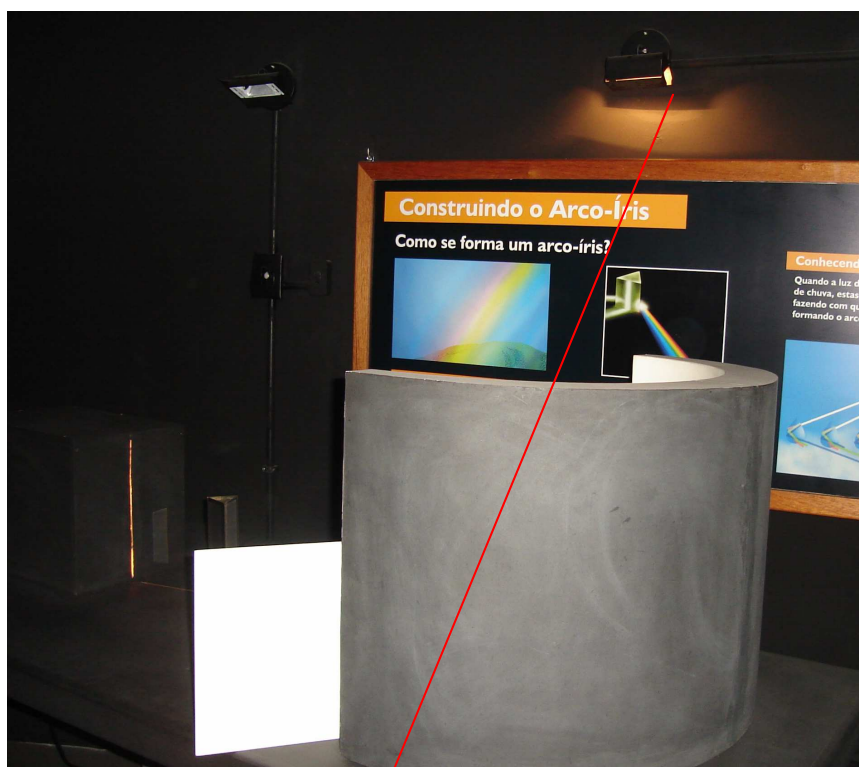


**Figura 4.2: Planta baixa da Sala "Mundo das Luzes e Cores".**

Ao concluirmos a pintura da nova sala (figura 4.3), fizemos juntamente com um engenheiro civil o projeto de toda a instalação elétrica. Para iluminar os cartazes, foram posicionados sobre cada um destes um "ponto de luz" (figura 4.4) dotado de um sensor de presença. Com esta solução técnica, o visitante, ao se aproximar do aparato experimental, acende automaticamente o *spot* que destaca o texto. Esta solução também permite que, quando o visitante se desloca para operar o experimento (interagir com o aparato), a luz sobre o cartaz é automaticamente desligada e a atenção do visitante se volta ao aparato experimental. Caso o visitante resolva ler o texto explicativo novamente, ao se aproximar do painel, a luz que o ilumina é automaticamente acionada.



**Figura 4.3:** Vista externa da sala “Mundo das Luzes e Cores”, após o término da obra.



Presença de luz focando o painel.

**Figura 4.4:** Fotografia de um dos aparatos experimentais após o término da obra.

Todos os painéis explicativos foram modificados, para que os textos passassem a

contemplar o viés interativo como preconizado por diversos autores (Marandino, 2002 Coxall, 2004; Ekarv, 2004; Gilmore e Sabine, 2004). De forma a tornar os painéis agradáveis, incluímos nos textos uma figura antropomórfica, na figura de um “personagem” que “interage” com o visitante, guiando-o pela leitura e uso dos experimentos. Os painéis foram divididos em seções que abarcam dois momentos: motivação/desafio (o que fazer com o aparato experimental) e o momento da explicação do fenômeno (figura 4.5).



Indicações de como interagir com o aparato experimental. Explicação sucinta do fenômeno observado.

**Figura 4.5: Painel motivação/desafio de um dos novos aparatos experimentais.**

Todas as mesas que serviam de suporte para experimentos foram pintadas com tinta preta fosca, a fim de evitar reflexão da luz e atrapalhar a realização das experiências dentro da sala.

Vale ressaltar que a parede externa da sala “Mundo das Luzes e Cores” tornou-se, ela mesma, parte do aparato experimental sobre filtros ópticos, como será discutido adiante. Desta forma, a parede externa da sala em questão contribui para dirigir a atenção do visitante e para os experimentos interativos propostos.

Explicitaremos, nos parágrafos a seguir, os problemas detectados e as modificações em cada experimento, a saber: “Construindo o Arco-Íris”, “Formando Imagens” e “Sombras Coloridas”, também suscitaremos a proposta de cunho científico presente em cada aparato experimental, bem como o desenvolvimento do projeto de reconstrução dos mesmos.

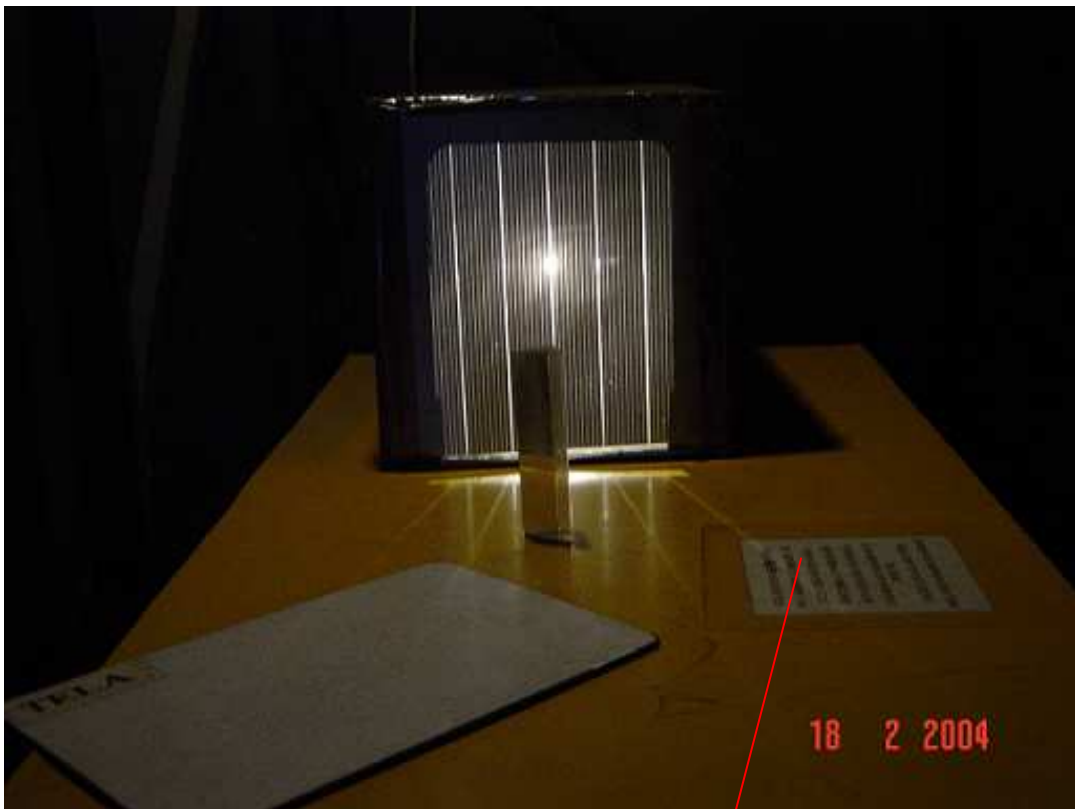
#### 4.1.3 – Temática e Problemas Detectados no Experimento “Construindo o Arco – Íris”

Este aparato experimental é composto por um prisma, uma caixa de luz com fenda por onde a luz passará alcançando o prisma e um anteparo para projetar a imagem da decomposição espectral dessa luz ao atravessar o prisma.

A utilização desse equipamento deve permitir ao estudante, a partir da experimentação, perceber e compreender que a luz branca advém da sobreposição de diversos comprimentos de onda (soma de inúmeras cores) e associar a formação do arco-íris com a decomposição espectral da luz por meio de um prisma.

Ao examinarmos a utilização do aparato experimental com o público escolar, observamos os seguintes problemas de funcionalidade:

- 1 - As instruções que ficavam sobre a mesa não eram auto-explicativas, não apresentavam clareza (figura 4.6) e, como consequência, o indivíduo não compreendia o experimento.

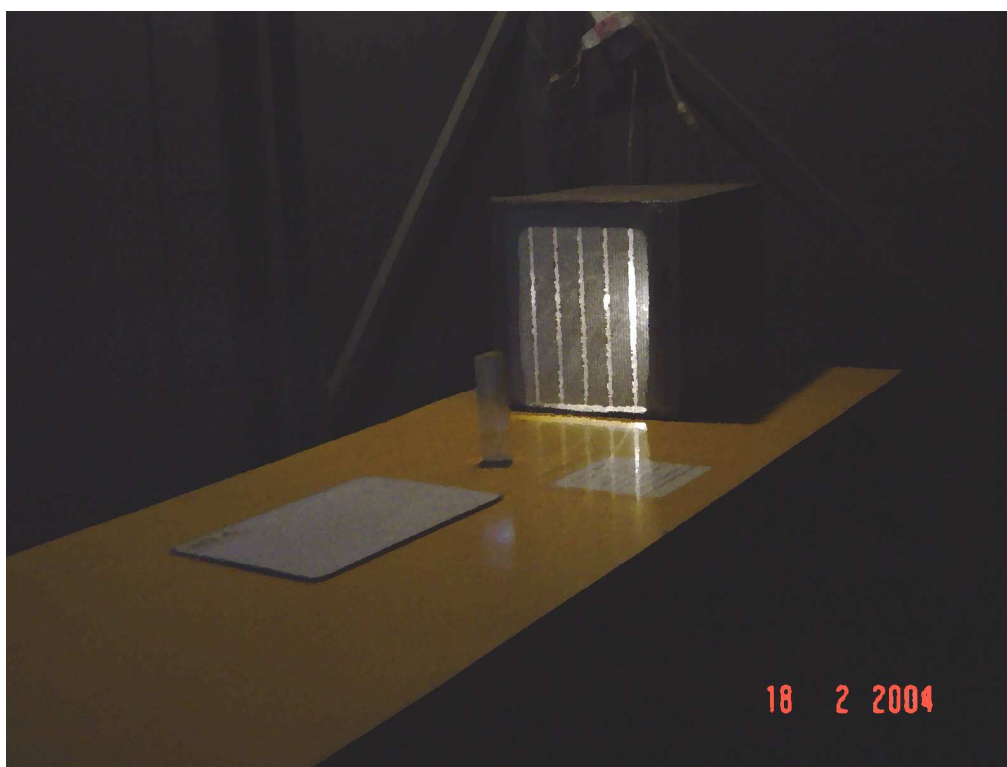


As instruções eram confusas.

Figura 4.6: Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris”



2 - Não existiam cartazes ou painéis de motivação/desafio (figura 4.7);



Não havia painel de motivação/desafio .

**Figura 4.7: Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris”**

3 - A tela onde a imagem deveria ser formada ficava sobre a mesa e, por falta de texto explicitando sua utilidade, o visitante tinha que inferir sua função (figura 4.8).

4 - Nas figuras 4.6 a 4.8, observa-se que o destaque do aparato experimental era a presença de um prisma sobre a mesa. Por não existir um texto de motivação com clareza, os visitantes não tinham informação sobre sua função. Geralmente, o visitante não sabia posicioná-lo de tal forma que a luz advinda da lâmpada incidisse nele e, então, ocorresse o fenômeno de decomposição espectral da luz, que seria observável na tela. Desta forma, esse aparato experimental somente funcionava bem com a presença de um monitor do museu dizendo o que e como fazer.



O prisma encontra-se sobre a mesa sem instruções de uso.  
Tela onde a imagem deveria se formar encontrava-se solta sobre a mesa sem indicação correta de uso.

**Figura 4.8: Fotografia do antigo aparato experimental “Construindo o Arco – Íris”**

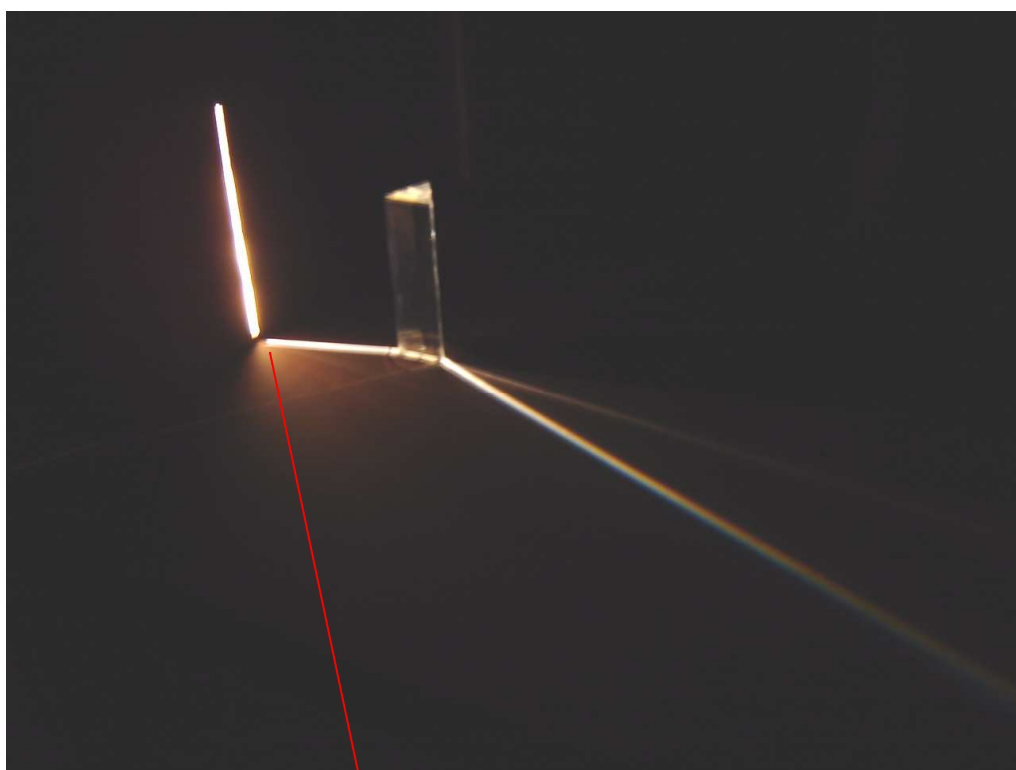
#### **4.1.4- Modificações Realizadas no Experimento “Construindo o Arco-Íris”**

- a) No aparato experimental anterior, o prisma ficava solto sobre a mesa. Neste novo modelo, construímos um suporte interno à mesa, com pequenos rolamentos, para atar o prisma ao plano da mesa e ao mesmo tempo poder girá-lo;
- b) Colocamos um novo prisma com dimensões maiores, a fim de atrair maior atenção do público;
- c) O aparato original não permitia clara verificação da propagação retilínea da luz incidente no prisma, pois havia várias fendas. No novo experimento, a caixa onde se encontra a lâmpada apresenta uma única fenda, dirigindo a atenção do visitante (figuras 4.9 e 4.10).



Rolamentos internos, permitindo que o visitante gire o prisma.

**Figura 4.9: Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado**

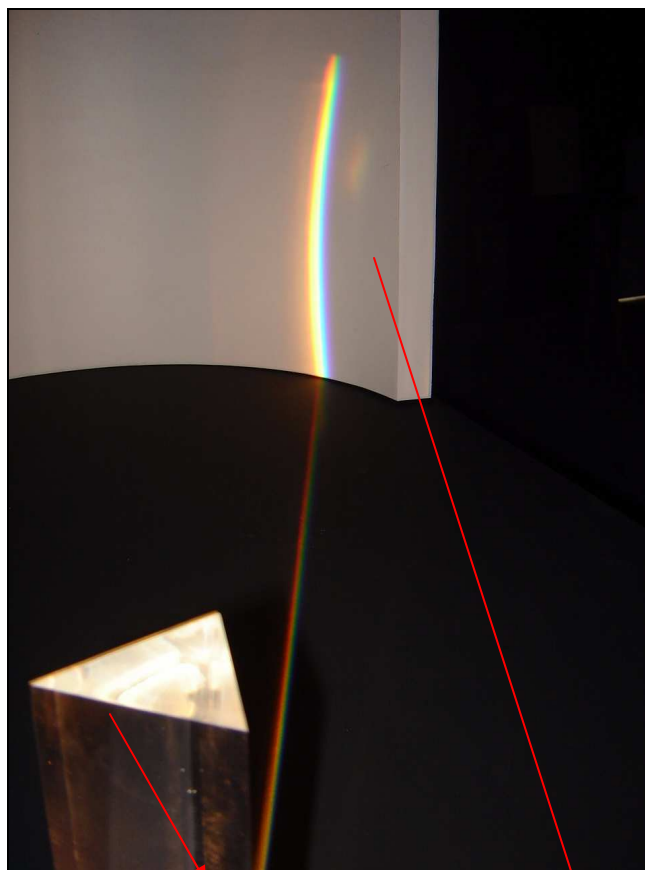


Fenda única na caixa.

**Figura 4.10: Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado**



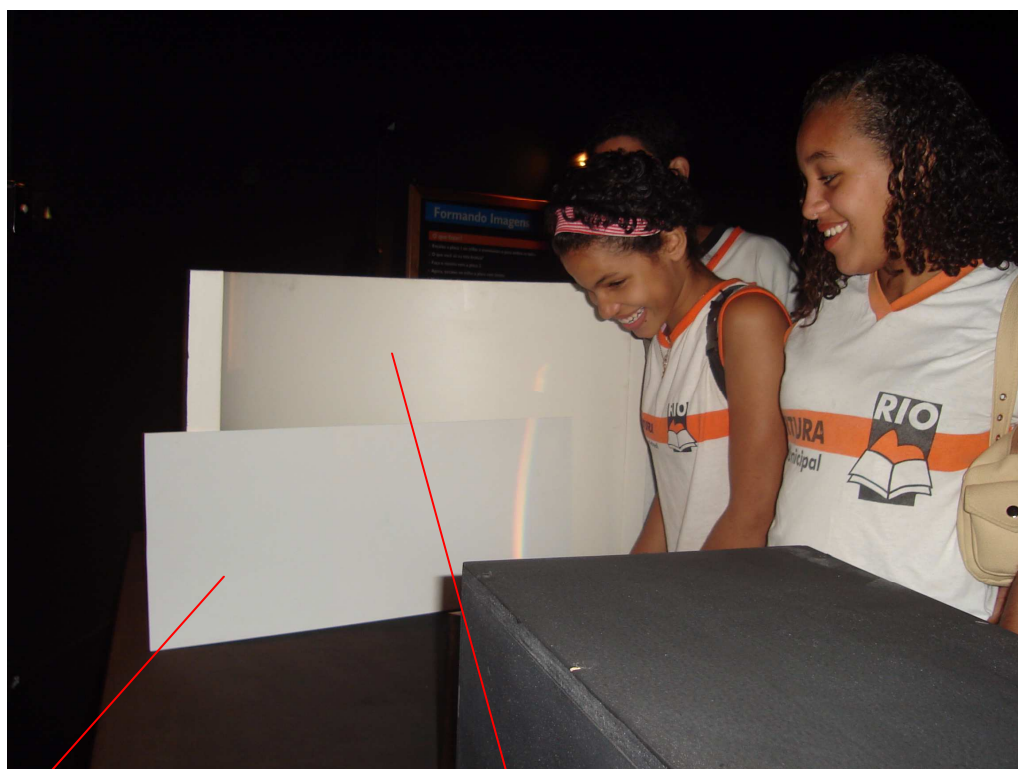
d) Colocamos nesse novo experimento dois anteparos: um fixo, com proporções maiores que a do antigo experimento; e um anteparo menor e móvel, com o objetivo de permitir o visitante interagir com o aparato experimental, observando a decomposição espectral da luz em diferentes posições do feixe emergente do prisma, conforme sua escolha (figura 4.11 e 4.12), bem como incluímos no aparato um painel motivação/desafio (figura 4.13).



Prisma em dimensões maiores.

Tela fixa sobre a mesa.

**Figura 4.11: Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado**



Anteparo móvel.

Anteparo fixo.

**Figura 4.12: Fotografia do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris” modificado**



**Figura 4.13: Painel do aparato experimental “Construindo o Arco – Íris”**

#### 4.1.5 – Temática e Problemas Detectados no Experimento “Formando Imagens”

Esse aparato experimental é composto por uma caixa de luz parcialmente fechada, onde a única parte na qual existe passagem de luz possui a letra F e uma seta feitas em um

material translúcido (figura 4.14), três placas, uma com furos médios (10 mm de diâmetro), outra com furos pequenos (4 mm de diâmetro) e a terceira com duas lentes e um anteparo para projetar a imagem advinda da seta e da letra F ao atravessar uma dessas placas.



Painel deteriorado

Caixa de luz – seta e letra E em um material translúcido

**Figura 4.14: Fotografia do antigo aparato experimental “Formando Imagens”**

A manipulação do aparato experimental permite ao visitante promover a formação de imagens no anteparo por meio de placas com fendas circulares de raios com valores distintos, bem como placas dotadas de duas lentes, uma convergente (forma imagem no anteparo) e outra divergente (não forma imagem no anteparo). Pode-se observar por meio das placas com fendas que a nitidez da imagem está associada ao diâmetro do orifício dessas fendas, ao passo que a propagação retilínea da luz justifica a imagem invertida. Quando o participante coloca a placa com lentes, ele tem a oportunidade de comparar a imagem formada por meio da placa com furos com a imagem formada pela lente convergente (que, por possuir o ponto focal, “gera” o equivalente a uma “fenda puntiforme”, Nussenzweig, 1999). Este experimento também propicia a comparação entre o uso de uma lente convergente para a formação da imagem com o uso de uma lente divergente.

Dentre os problemas detectados no aparato, destacamos o painel explicativo. Esse

painel apresentava diversos aspectos negativos, a saber:

- Sua deterioração em função do tempo;
- Não havia qualquer instrução ou instigação de utilização do equipamento;
- Os textos disponíveis não apresentavam clareza e o painel como um todo não apresentava item com notório destaque que instigasse uma aproximação interessada do público visitante (figura 4.14);
- Falta de iluminação direcionada para os textos disponíveis, visto que os experimentos estavam inseridos em um ambiente sem iluminação.

Além de problemas no painel, constatamos os seguintes problemas no experimento:

- Ao operar o experimento, as imagens formadas no anteparo por meio da placa com lentes não eram nítidas, pois as lentes estavam arranhadas, quebradas e desgastadas, conseqüentemente os visitantes não compreendiam a funcionalidade do equipamento.
- As placas com lentes e fendas dispostas sobre a mesa não possuíam indicação alguma de uso, além de estarem deterioradas (figura 4.15).

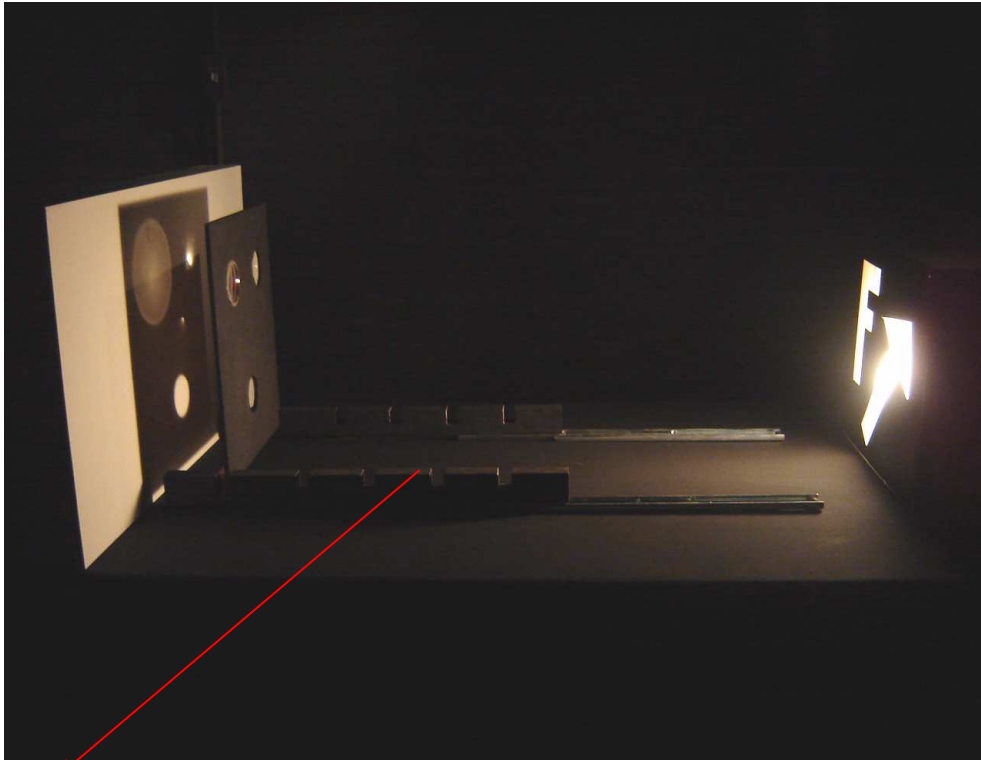


Placas de lentes e fendas soltas sobre a mesa e deterioradas.

**Figura 4.15: Fotografia do antigo aparato experimental “Formando Imagens”**

#### 4.1.6- Modificações Realizadas no Experimento “Formando Imagens”

a) No antigo experimento, as placas ficavam soltas sobre a mesa. Colocamos um trilho para o visitante encaixar as placas e poder deslocar o sistema até poder ver as imagens formadas no anteparo (figura 4.16);



Trilho para as placas

**Figura 4.16: Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado**

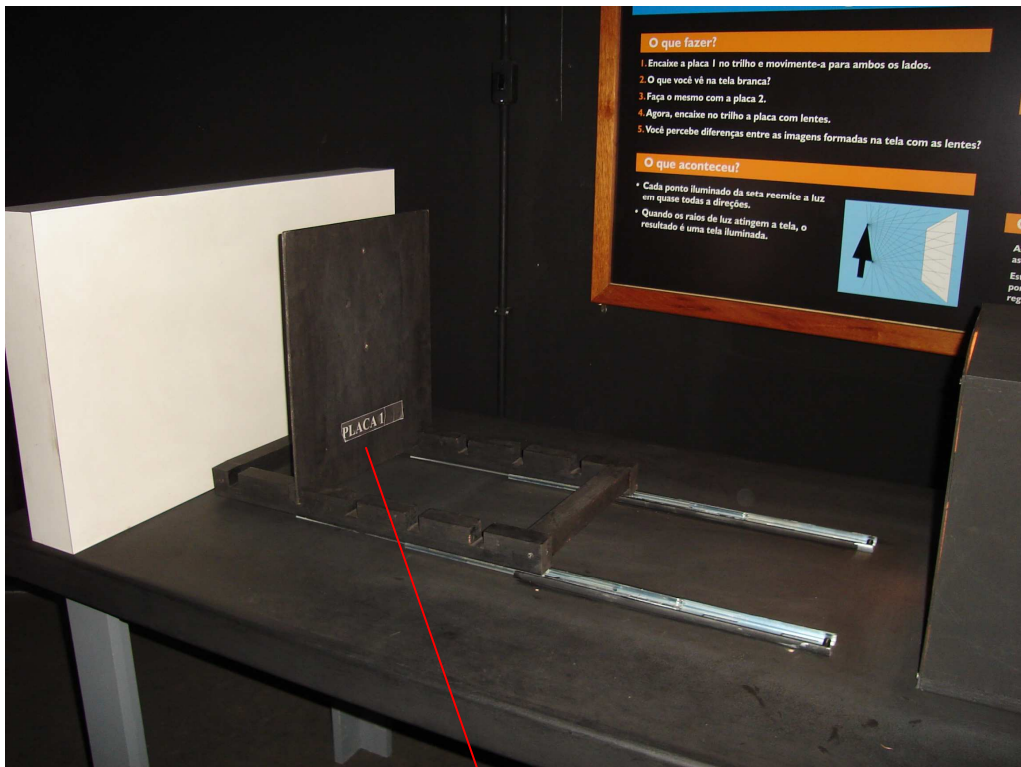
b) Construimos novas placas (figura 4.17 e 4.18), todas numeradas conforme a sugestão do novo painel explicativo (figura 4.19), a fim de facilitar a utilização do equipamento. Também projetamos e construimos um novo anteparo e uma nova caixa de luz, com dimensões maiores.





Nova placa com lentes côncava e convexa.

**Figura 4.17: Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado**



Placas numeradas conforme sugestão do painel explicativo.

**Figura 4.18: Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens” modificado**


## Formando Imagens

### O que fazer?

1. Encaixe a placa 1 no trilho e movimente-a para ambos os lados.
2. O que você vê na tela branca?
3. Faça o mesmo com a placa 2.
4. Agora, encaixe no trilho a placa com lentes.
5. Você percebe diferenças entre as imagens formadas na tela com as lentes?

### O que aconteceu?

- Cada ponto iluminado da seta reemite a luz em quase todas as direções.
- Quando os raios de luz atingem a tela, o resultado é uma tela iluminada.



### Como a luz forma uma imagem?

Alguns raios de cada ponto da seta iluminada passam pelos furos da placa e atingem uma região da tela.

Quando o furo é **FREQUENTE**, estas regiões são pequenas e não se misturam com as regiões dos pontos vizinhos. O resultado é uma imagem razoavelmente nítida, porém fraca.

### Como obter uma imagem mais brilhante?

Um furo **MAIOR** permite que uma quantidade maior de luz vinda de cada **PONTO** da seta passe pelo furo e atinja a tela, resultando em uma imagem mais brilhante. Porém, as regiões iluminadas por cada **PONTO** misturam-se mais com as regiões vizinhas, reduzindo a **NITIDEZ** da **IMAGEM**.

### O que fazer para ter uma imagem nítida e brilhante?

As lentes mudam a direção dos raios de luz que as atravessam; as lentes chamadas **convergentes** concentram a luz. Estas lentes fazem com que os raios provenientes de cada ponto da seta e da letra **F** voltem a atingir uma pequena região sobre a tela. Assim, uma quantidade maior de raios alcança uma região pequena da tela. O resultado é uma imagem **BRILHANTE** e **NÍTIDA**.

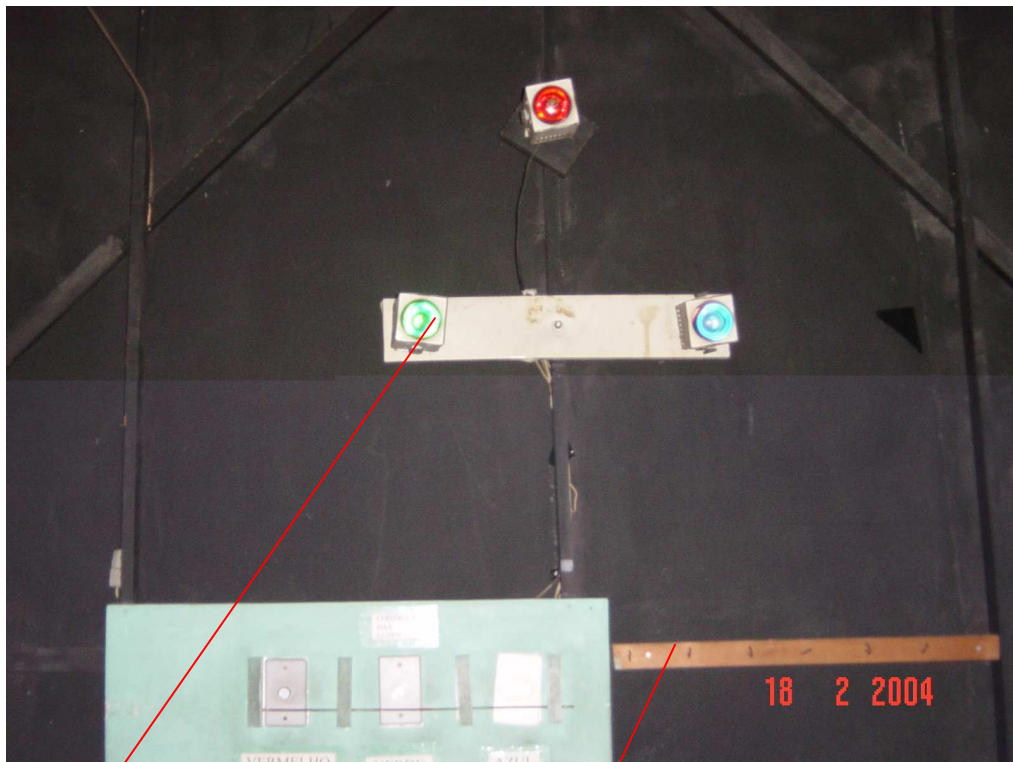
Figura 4.19: Painel motivação/desafio do aparato experimental “Formando Imagens”.

#### 4.1.7- Temática e Problemas Detectados no Experimento “Sombras Coloridas”

Esse experimento é formado por três *spots* com lâmpadas incandescentes, cada um possuindo um dado filtro colorido, a saber: verde, azul e vermelho. Estes *spots* servem como fontes das cores a serem somadas ou subtraídas. Essas luzes coloridas são projetadas em um anteparo branco e em um painel colorido, localizado acima desse anteparo, onde efetivamente se observam os fenômenos de soma e de subtração de cores desejados.

Esse experimento permite uma discussão sobre o processo de formação das cores, a partir de luzes, empregando mecanismos de “soma” e “subtração” cromáticas (Zemansky e Sears, 1962), a fim de verificar que as cores presentes na natureza dependem do tipo de luz incidente e da natureza da superfície refletora (ao observar o painel colorido), além de suscitar diferentes discussões sobre sombras e sua relação com a intensidade da luz.

Ao avaliarmos as condições físicas deste experimento, verificamos que os filtros, os *spots*, o anteparo e o painel colorido estavam desgastados (figura 4.20).



*Spots* desgastados.

Estrutura de madeira danificada.

**Figura 4.20: Fotografia do antigo aparato experimental “Sombras Coloridas”.**

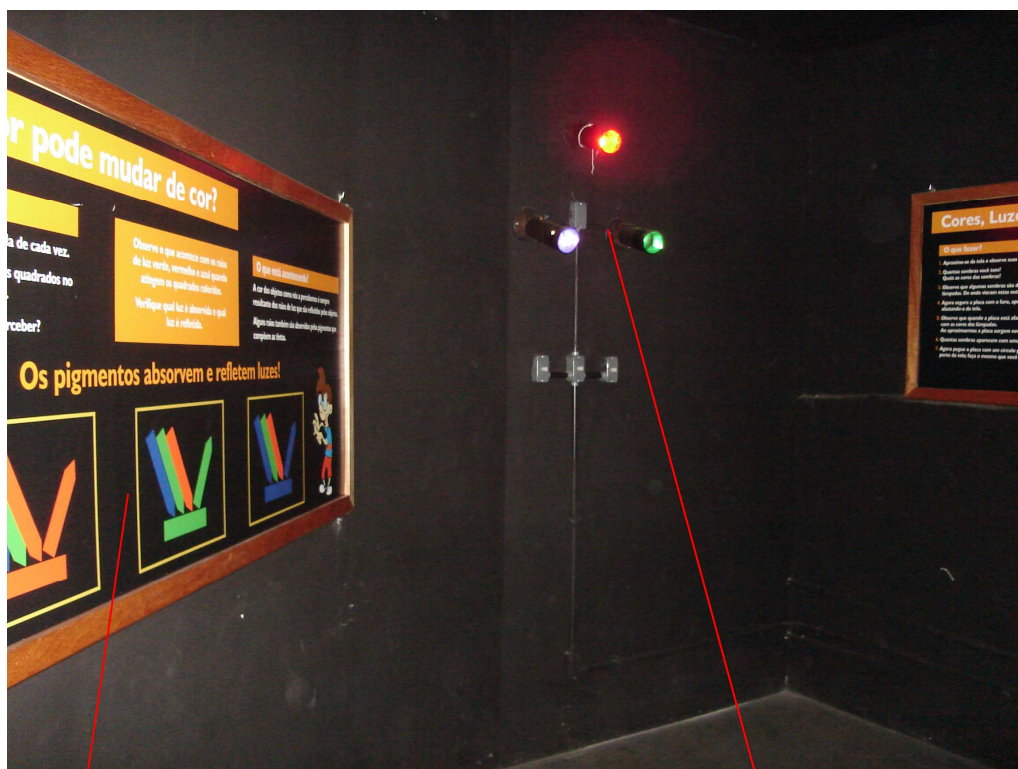
#### **4.1.8– Modificações no Experimento “Sombras Coloridas”**

a) Montamos novos *spots* com filtros coloridos (figura 4.21) e *dimmers*<sup>18</sup>, bem como acrescentamos no experimento placas de acrílico circulares com furos no centro com 9 cm de diâmetro para discutirmos a adição das cores e placas de acrílico também transparentes, mas com o desenho de um disco no centro pintado de preto, a fim de suscitar a discussão sobre a subtração das cores junto ao público visitante (figura 4.22, 4.23 e 4.24).

---

<sup>18</sup> Aparelho que regula a intensidade luminosa da lâmpada.

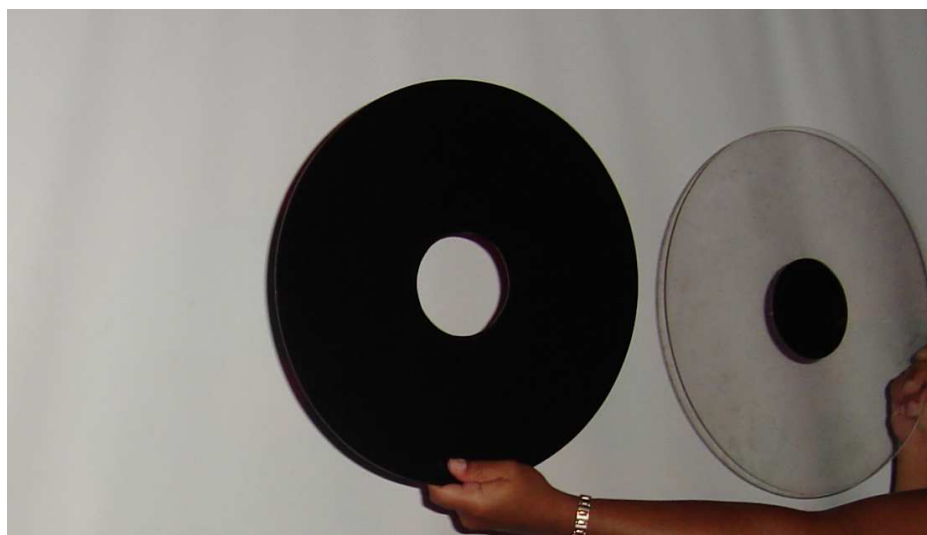




Cartaz referente à discussão do painel das cores.

Novos spots e dimmers.

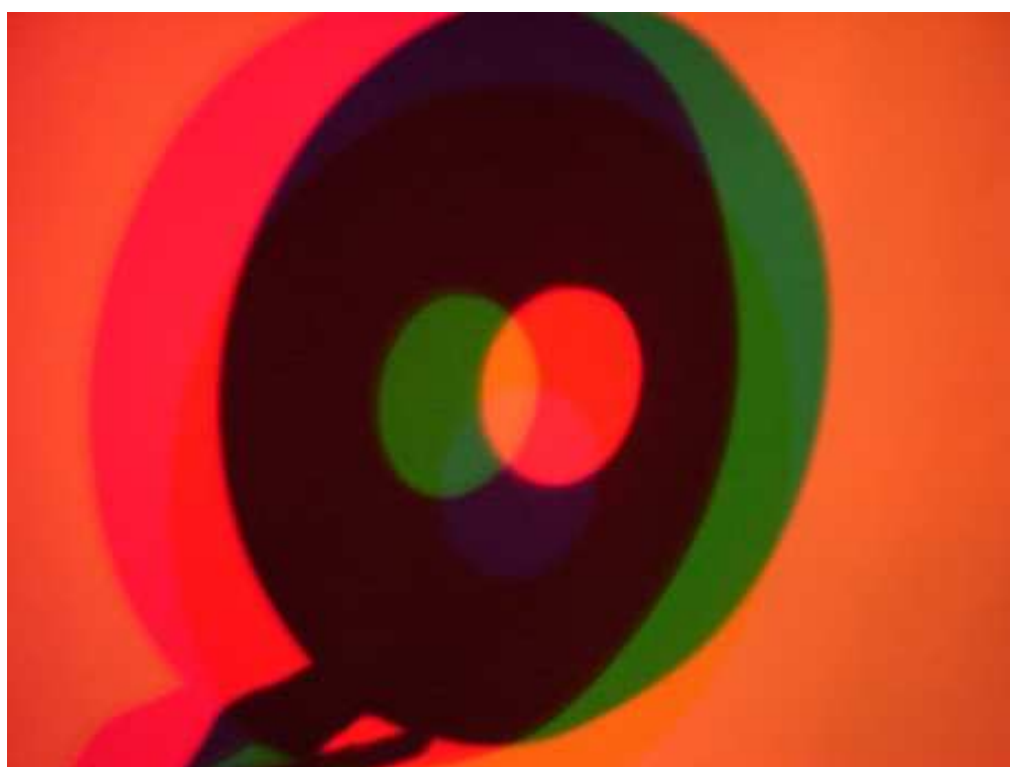
**Figura 4.21: Fotografia do aparato experimental “Sombras Coloridas” modificado.**



**Figura 4.22: Placas de acrílico.**



**Figura 4.23: Alunos interagindo com o novo aparato experimental.**



**Figura 4.24: Sombras coloridas formadas pela placa de acrílico com furo.**

b) O painel das cores (figura 4.25), no qual discutimos a influência da superfície refletora sobre as cores presentes na natureza, foi construído em proporções maiores,

facilitando a visualização de cada cor durante a atividade.



Figura 4.25: Painel das cores.

c) Construímos dois painéis motivação/desafio, com instruções de uso do equipamento e explicações sobre o painel das cores (figura 4.21) e outros sobre soma e subtração das cores por meio das luzes advindas dos *spots* (figura 4.26).



Figura 4.26: Painel motivação/desafio sobre soma e subtração das cores.

## 4.1.9- Desenvolvimento de novas Atividades Experimentais

### 4.1.9.1 – Experimento “Filtros Coloridos”

Esse aparato experimental permite que o participante, ao colocar os filtros coloridos (azul e vermelho) encaixados com uma moldura com a forma de óculos, veja cores

desaparecerem do painel em função da subtração das cores, sobressaindo o preto<sup>19</sup>.

Como já explicitado anteriormente, esse experimento foi feito na parede externa (de gesso acartonado) da sala<sup>20</sup>. Elaboramos dois painéis: o desenho de bailarinos (figura 4.27) e a pintura de uma paisagem com animais, plantas e cachoeira (figura 4.28).



**Figura 4.27: Fotografia do painel dos bailarinos.**

---

<sup>19</sup> Absorção de todos os raios luminosos, no qual não envia luz para nossos olhos (Pedrosa, 2003).

<sup>20</sup> Ambiente onde estão inseridos os demais aparatos experimentais da pesquisa.





**Figura 4.28: Fotografia do painel com a paisagem da natureza.**

O participante, ao colocar os óculos com filtros vermelhos, observa no painel com os bailarinos a imagem dos seus ossos. Esse fenômeno acontece porque os ossos foram desenhados com tinta azul e os corpos e roupas com tinta vermelha. Como o fundo do painel é branco e o filtro vermelho permite a passagem apenas do comprimento de onda vermelho absorvendo as demais cores, os corpos permanecem em vermelho. O fundo do painel reflete o vermelho, enquanto que os ossos, vistos com luz branca em azul, em função da absorção da luz azul, ficarão pretos. O mesmo acontece com o filtro azul, que deixa passar apenas a componente azul da luz branca, absorvendo as demais.

Vale ressaltar que, nos painéis desenhados, existem outras cores, como verde, cinza, vinho que, com os filtros, também são absorvidos e ficam preto.

Ainda para complementar esse aparato experimental, colocamos acima da porta da sala o título do Módulo Experimental “Mundo das Luzes e Cores”. Esse título para ser visualizado necessita do filtro vermelho (figura 4.29), também inserimos o painel motivação/desafio (figura 4.30).

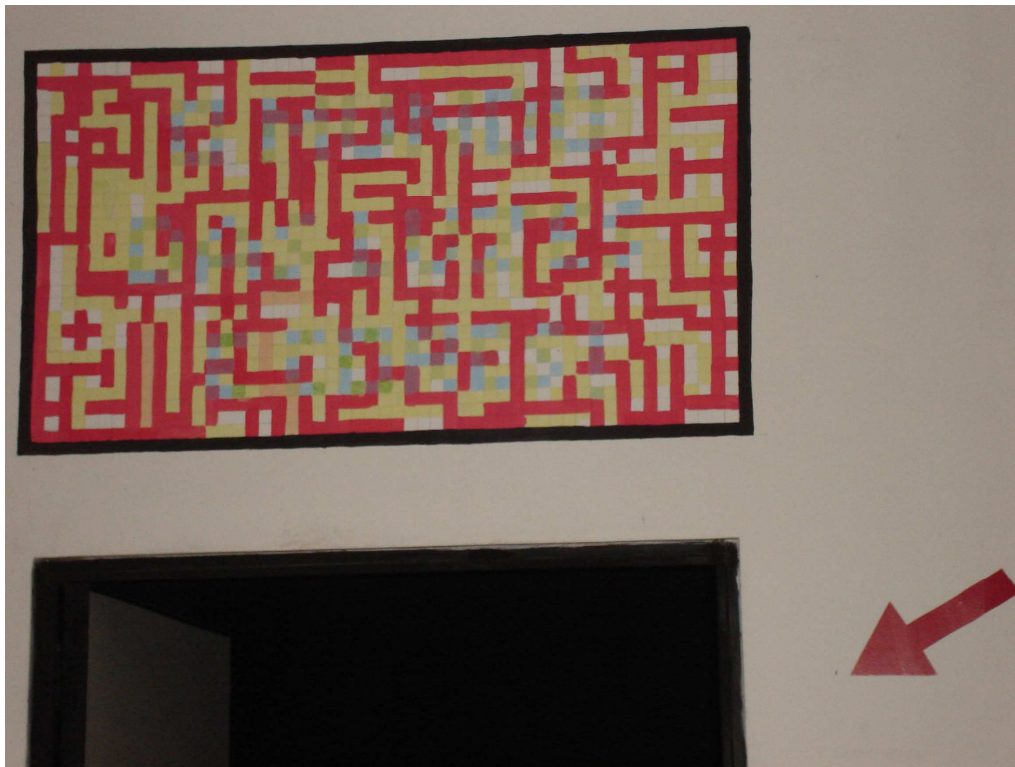


Figura 4.29: Fotografia do título da sala.



Caixa dos óculos com os filtros.

Figura 4.30: Painel motivação/desafio sobre o aparato experimental “Filtros Coloridos”.

#### 4.1.9.2– Oficina de Lentes

Como parte de nossa atividade durante as visitas, adicionamos a “Oficina de Lentes”, a fim de permitir o aprofundamento do aparato experimental “Formando Imagens”.

Essa atividade promove discussões sobre formato, constituição e efeitos das lentes convergente e divergente. Vale citar que, nesta Oficina, construímos lentes empregando reaproveitamento de lâmpadas queimadas, enchendo-as com água (figura 4.31), bem como lentes de plástico, acrílico, resina, vidro, côncavas, bicôncavas, plano-côncavas, convexas, biconvexas, plano-convexas, etc., com objetos transparentes, cilíndricos e esféricos, a fim de estimular junto ao estudante a percepção de relações entre os diferentes tipos de lentes e as imagens formadas por tais tipos.



Figura 4.31: Fotografia da atividade experimental interativa “Oficina de Lentes”

#### 4.2- AVALIAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DO C4.

Neste momento, avaliamos a infra-estrutura física do C4 para desenvolvimento das atividades de pesquisa desejadas.

Na condição de professora no Cefet de Química – Nilópolis, a pesquisadora verificou que o C4 disponibilizava 120 m<sup>2</sup>, bem como aparatos experimentais voltados para fenômenos mecânicos e alguns sobre fenômenos ópticos (desativados). Contudo nenhum desses aparatos discutia os assuntos inerentes à temática proposta pela presente pesquisa.

Em vista deste quadro, a pesquisadora entrou em contato com a direção da instituição e promoveu, junto com a Coordenação do C4, o planejamento e desenvolvimento de aparatos experimentais interativos no C4, seguindo exatamente as mesmas diretrizes já discutidas para o módulo no ECV.

Vale citar que, durante esse período, a pesquisadora participou do desenvolvimento da exposição: “Luz e Percepção: Uma Questão de Ótica”, no C4.

#### **4.2.1- Desenvolvimento dos Aparatos Portáteis do C4.**

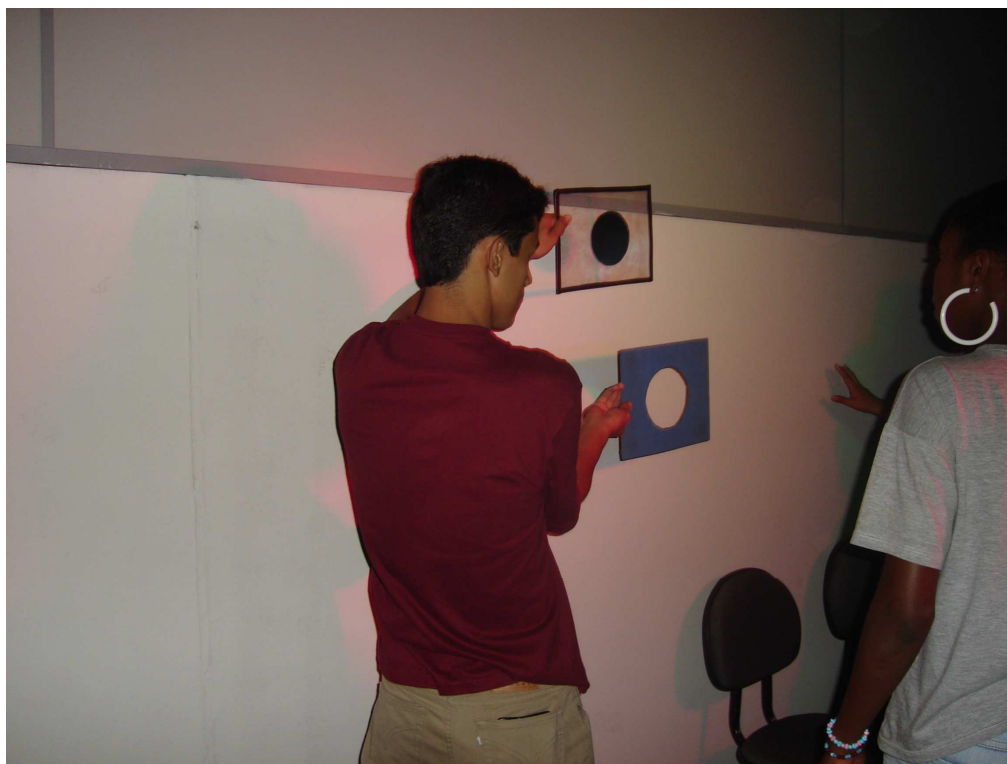
Além de reproduzirmos os mesmos experimentos que estávamos construindo no ECV, construímos alguns experimentos novos dentro da mesma temática para a presente pesquisa. Para todos esses aparatos experimentais, desenvolvemos cartazes motivação/desafio, bem como contendo explicações sobre o fenômeno científico observado. Os aparatos experimentos reproduzidos foram:

- Sombras coloridas (figura 4.32 e 4.33);



**Figura 4.32: Fotografia do aparato experimental portátil “Sombras Coloridas”.**





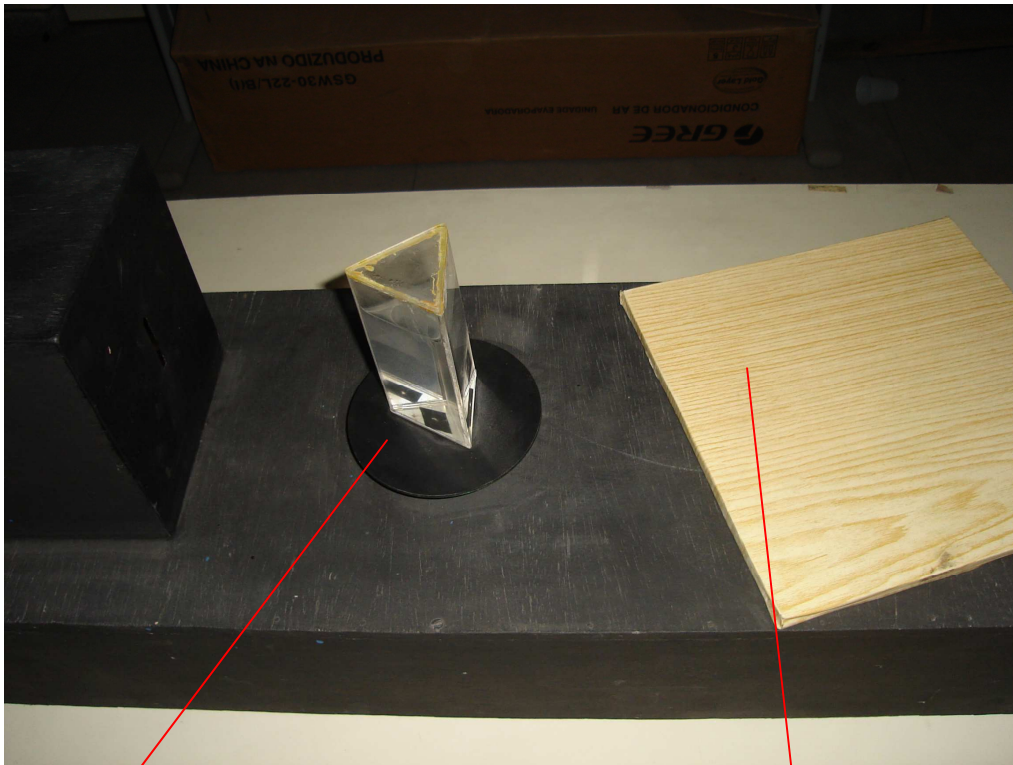
**Figura 4.33: Alunos interagindo com o aparato experimental “Sombras Coloridas”.**

- Formando Imagens (figura 4.34);



**Figura 4.34: Fotografia dos alunos interagindo com o aparato experimental portátil “Formando Imagens”.**

- Construindo o Arco-Íris (figura 4.35 e 4.36);



Prisma sobre rolamentos.

Anteparo móvel

**Figura 4.35: Fotografia do aparato experimental portátil “Construindo o Arco-Íris”.**



**Figura 4.36: Fotografia dos estudantes interagindo com o aparato experimental portátil “Construindo o Arco-Íris”.**

- Filtros Coloridos – desenvolvemos apenas o painel dos bailarinos (figura 4.37);



Cartaz motivação/desafio e explicações do aparato experimental

**Figura 4.37: Fotografia do aparato experimental portátil “Filtros Coloridos”.**

- Oficina de Lentes.

Já os novos experimentos foram:

- Disco de Newton (figura 4.38);

- Máquina Fotográfica (figura 4.39).





Cartaz motivação/desafio contendo explicações sobre o fenômeno observado.

**Figura 4.38: Fotografia do aparato experimental portátil “Disco de Newton”**

Ressaltamos que, por serem aparatos portáteis, não construímos no C4 uma sala com ausência de luz como no ECV. Entretanto, durante as atividades nas escolas, escurecíamos o ambiente com *black out*. Detalharemos abaixo esses novos experimentos:

#### **a) O Disco de Newton**

Tomando como referência o disco construído pelo cientista inglês Isaac Newton em 1669, no qual idealizou um círculo cromático para demonstrar o princípio da mistura de cores (Pedrosa, 1989 e 2003), fizemos um disco pintado com as cores que compõem o espectro solar.

Construímos para esse disco uma base de madeira (figura 4.38) com roldanas e polias, no qual o visitante encaixa o disco colorido no suporte e o gira rapidamente por meio da manivela; em um determinado instante, essas cores se sobrepõem e pode-se observar um círculo uniforme e esbranquiçado.

O fato de termos projetado o disco como uma peça móvel destacável do aparato permitiu aos visitantes (alunos) encaixar no sistema de movimentação outros discos com um

número menor e seqüências diferentes de cores, distintos do Disco de Newton original, a fim de tecer novas discussões.

## b) A Máquina Fotográfica

Projetamos e construímos um aparato para formação de imagens, semelhante ao presente no olho humano e em máquinas fotográficas simples (figura 4.39), com o objetivo de suscitar junto aos estudantes o processo de formação de imagens em uma câmera escura, bem como discutir a propagação retilínea da luz e a formação de imagens por meio de lentes convexas.



Cartaz motivação/desafio contendo explicações sobre o fenômeno observado

**Figura 4.39: Fotografia do aparato experimental portátil “Máquina Fotográfica”.**

Buscamos, ao longo da atividade, fazer analogias entre os três experimentos (“Máquina Fotográfica”, “Oficina de Lentes” e “Formando Imagens”) que tinham por base conceitos de formação de imagens por meio de placas com fendas ou lentes.

Após a construção desses experimentos, iniciamos a pesquisa com os estudantes do CefeteQ, a fim de testarmos os questionários e os aparatos experimentais da presente pesquisa.

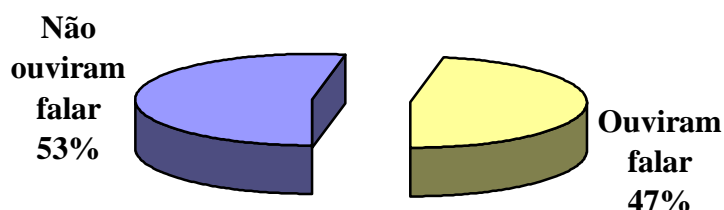
### 4-3. RESULTADOS DA SEGUNDA PARTE DA PESQUISA.

#### 4.3.1– Inserção dos Museus de Ciências Junto aos Moradores da Baixada Fluminense (RJ)

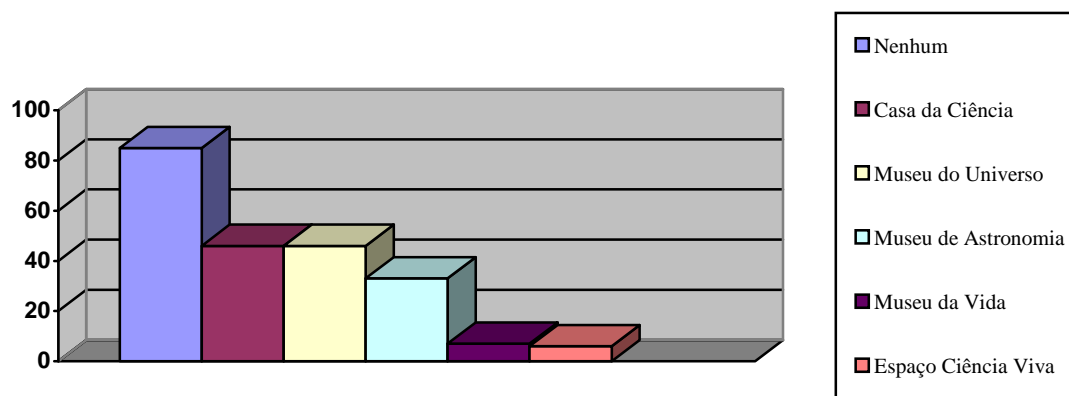
Para avaliarmos o grau de inserção dos museus ou centros de ciências na Baixada Fluminense, realizamos uma pesquisa com os estudantes do Ensino Médio (1º e 2º ano) de duas escolas da rede estadual de ensino no município de Queimados, Baixada Fluminense, RJ. A faixa etária desses alunos foi entre 18 e 50 anos, bem como 51% possuem vínculo empregatício de um total de 162 alunos. Diante deste perfil, supôs-se que se tratava de indivíduos cujo tempo e experiência de vida já tivessem possibilitado seu acesso aos centros e museus de ciências existentes no Rio de Janeiro.

No entanto, verificou-se que, considerando os museus e centros de ciências listados no questionário, 53% dos alunos sequer sabiam de suas existências (gráfico 4.1). Dentre os estudantes que já haviam ouvido falar em algum desses ambientes, os museus mais conhecidos foram: Observatório Nacional, Casa da Ciência e Museu do Universo da Fundação Planetário (gráfico 4.2).

**Gráfico 4.1: Conhecimento sobre centros e museus de ciências**



**Gráfico 4.2: Centros e museus de ciências conhecidos (número de citações).**

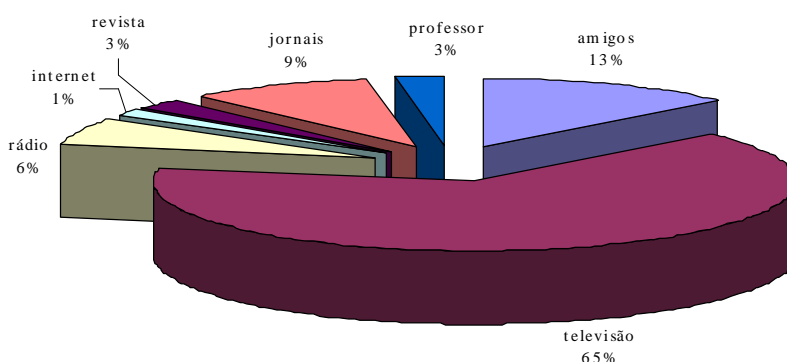


**Legenda:**

Nenhum = Nunca ouviu falar de algum museu ou centro de ciências específico.

A partir das respostas dos alunos que afirmaram saber da existência dos museus de ciências listados no questionário, passou-se à identificação dos meios pelos quais esses estudantes adquiriram informações relativas a essas instituições. Pode-se, então, verificar que a televisão foi a mais eficiente na divulgação desses locais e que os professores não são bons divulgadores desses espaços, tendo uma participação irrelevante no processo (gráfico 4.3).

**Gráfico 4.3- Meios de Informação**

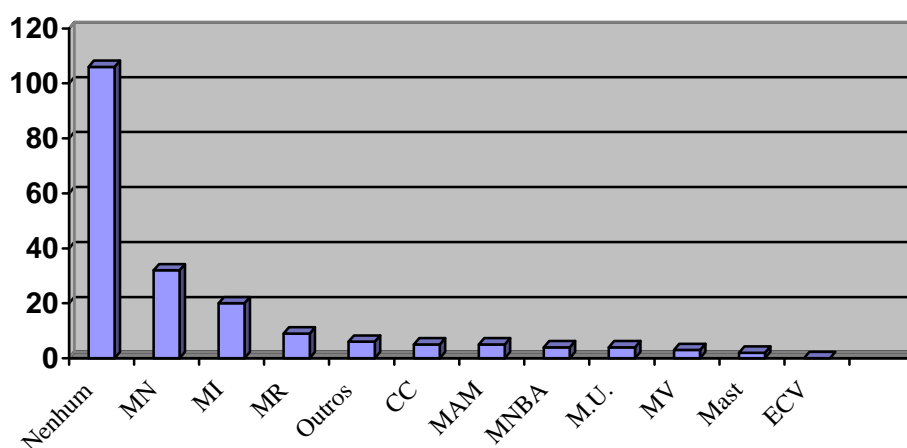


Quando questionados sobre as instituições já visitadas, os museus tradicionais surgem como os mais visitados pelos estudantes (gráfico 4.4). Conforme esperado, tendo em vista a proporção de alunos que nem mesmo já tinha ouvido falar nos centros e museus de ciências existentes no Rio de Janeiro, de competência amplamente reconhecida no meio acadêmico,

confirmou-se que grande parte desses alunos nunca visitou um museu, sendo ele tradicional ou contemporâneo.

Vale citar que o Museu Nacional, o mais citado com 32 visitas, fica no interior de um parque público popular (Quinta da Boa Vista) junto ao Jardim Zoológico numa região de fácil acesso de ônibus e trens. A sua visitação constitui uma das poucas atividades de lazer da população da Baixada Fluminense.

**Gráfico 4.4: Relação de alunos por museus.**



**Legenda:**

**Nenhum** = nunca visitou algum Centro de Ciências ou museu tradicional, **MN** = Museu Nacional, **MI** = Museu Imperial de Petrópolis, **MR** = Museu da República, **Outros** = outros museus, **CC** = Casa da Ciência – UFRJ, **MAM** = Museu de Arte Moderna, **MNBA** = Museu Nacional de Belas Artes, **MU** = Museu do Universo da Fundação Planetário do Rio de Janeiro, **MV** = Museu da Vida, **Mast** = Museu de Astronomia e Ciências Afins, **ECV** = Espaço Ciência Viva.

### 4.3.2- Avaliação das Pré-Concepções dos Estudantes e Possíveis Mudanças Conceituais

#### 4.3.2.1 - Elaboração de Questionários

Após aplicarmos o questionário pré-teste (anexo 1, p.147) no primeiro grupo, notamos a necessidade de algumas modificações, as quais explicitaremos abaixo:

- Os entrevistados não conseguiram elaborar uma resposta coerente para a segunda pergunta do questionário. Consideramos que esta não estava clara para os entrevistados, pois os experimentos não faziam menção direta ao conceito de refração e, como esses estudantes nunca estudaram essa temática, suas respostas foram inconsistentes. Como nosso objetivo não foi verificar conceitos científicos corretos,



mas apenas investigar o impacto das atividades por meio de mudanças conceituais, resolvemos eliminá-la.

- A terceira pergunta tornou-se confusa. Os estudantes não associavam as descrições lente com “cavidade” e lente com “barriga” com sua forma. Sendo assim, tínhamos que desenhar para eles o formato das lentes. Logo, resolvemos inserir no novo questionário os desenhos das lentes.

- A quarta pergunta também sofreu modificações. No questionário preliminar, o estudante deveria marcar V, para verdadeiro, e F, para falso, tendo que identificar a forma da lente e o tipo de material. Resolvemos dividi-la em duas perguntas de múltipla escolha, onde o indivíduo deveria identificar separadamente a forma e o material da lente.

- Também verificamos que os alunos reclamavam da quantidade de perguntas para responder e queriam interagir mais com os experimentos. Com isso, retiramos a quinta pergunta, visto que a sexta pergunta discutia o mesmo assunto (propagação retilínea da luz).

- Os questionários de pré e pós-intervenção eram idênticos, mas a fim de verificarmos o grau de aceitação de nossas atividades, resolvemos inserir, a partir do segundo modelo de questionário (anexo 2, p. 150) de pós-intervenção, perguntas onde pudéssemos avaliar a contribuição desses experimentos para a educação científica desses estudantes.

Apresentaremos, no quadro a seguir, as perguntas do questionário final (anexo 2, p. 150) e o objetivo de cada uma.

**Quadro 4.2: Padronização do Questionário**

n°	Perguntas	Objetivos
1	Você já estudou Óptica em sua escola?	Investigar se os estudantes em algum momento de sua vida escolar já haviam tido um contato formal com o assunto em questão.
2	Cruze a coluna da esquerda com a direita (ver anexo 2, p. 150).	Nessa questão, o aluno deveria relacionar a coluna da esquerda que apresentava imagens de lentes plano convexa e biconvexa e, mais abaixo, a imagem de lentes plano côncava e bicôncava (no primeiro caso chamamos as lentes de lentes com “barriga” e no segundo caso chamamos de lentes com “cavidades” a fim de facilitar a compreensão de nosso pesquisado) com a coluna da direita que mostrava as possíveis funções das respectivas lentes.
3	A luz do Sol visível é.	Por ser uma pergunta fechada, o aluno deveria escolher a opção mais apropriada sobre a possível cor da luz solar visível.
4	Para que um material funcione como lente é importante que seja principalmente.	Dentre as duas opções, o aluno deveria escolher o material adequado para que funcione como lente.
5	Para que um material transparente funcione como lente é importante que sua forma seja.	O entrevistado devia escolher a forma correta para que um material funcione como lente.
6	A caixa abaixo é iluminada por uma lâmpada e sua sombra foi desenhada. Trocou-se a lâmpada e colocou-se uma outra lâmpada com o dobro da intensidade da primeira. Desenhe a nova sombra dessa caixa e justifique.	O objetivo dessa pergunta era o de verificar se para os alunos há alguma relação do tamanho da sombra com a intensidade de luz proveniente da lâmpada.
7	A luz de uma vela passa pelo orifício da primeira tela. Desenhe a figura que se formará na segunda tela explicando o resultado.	Esta pergunta buscou averiguar as idéias prévias sobre os possíveis caminhos que a luz percorre e, como consequência, a imagem que será formada no anteparo em função desse caminho.
8	A folha de papel que você está escrevendo reflete luz? Justifique:	Investigar junto aos alunos suas concepções sobre reflexão e absorção da luz.
9	Após conhecer esses experimentos de Óptica, você pretende pesquisar algum assunto referente a esse tema? Justifique.	Indagar se as atividades despertaram a curiosidade e a motivação nos entrevistados a fim de buscar novas informações inerentes ao tema da exposição.
10	Escreva, abaixo, qual ou quais experimentos você mais gostou:	Buscamos verificar quais experimentos atraíram mais a atenção dos estudantes.

Com o objetivo de padronizar as respostas dos entrevistados, apresentaremos algumas respostas dos entrevistados referentes às perguntas de 06 a 10 e estruturaremos essas respostas

em categorias, ao passo que as perguntas iniciais de 01 a 05 não classificaremos as respostas em categorias por serem perguntas fechadas. As categorias inerentes às respostas antes da intervenção são as mesmas para a pós-intervenção (exceto as perguntas 09 e 10) a fim de tecermos as analogias entre as diferentes instituições, no final da pesquisa.

Ressaltamos que a aplicação do questionário antes e depois e a interação com os aparatos experimentais ocorreram em um mesmo dia para cada instituição.

#### **4.3.2.2- A Primeira Pergunta de Questionário: Situação Geral**

Como já previsto, já que nosso objetivo era realizar a pesquisa com alunos que nunca tivessem tido um contato formal com essa área de ciência, 100% dos 195 entrevistados estudaram Óptica. Vale ressaltar que, em muitos casos, os alunos nos perguntavam o que era Óptica e nós esclarecíamos para eles o significado dessa palavra.

#### **4.3.2.3- Comparação entre as Instituições a Partir das Questões Dois a Oito do Questionário**

Apresentaremos a seguir os resultados das respostas dos alunos para as perguntas **dois a oito** que suscitam fenômenos da natureza. Faremos uma análise comparativa das concepções prévias dos alunos antes de interagirem com os experimentos e as possíveis modificações de concepções após participarem dessas atividades experimentais incluindo todos os grupos de alunos (escolas municipais da Tijuca, escolas estaduais e municipais da Baixada Fluminense e alunos do CefeteQ) que chamaremos de **comparação geral**.

Em seguida, traçaremos uma analogia entre escolas estaduais e municipais da Baixada Fluminense com as escolas municipais da Tijuca, comparação entre entrevistados dos cursos noturnos com os do diurno das escolas estaduais e municipais da Baixada Fluminense e, em seguida, estudantes do CefeteQ com os alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense para cada pergunta do questionário, a fim de também compararmos as concepções alternativas pré-intervenção e o impacto das atividades experimentais pós-intervenção. Cabe ressaltar que as explicações inerentes a cada pergunta só serão apresentadas na comparação geral.

Os quadros mostrados em cada comparação apresentarão uma síntese das possíveis mudanças das respostas dos alunos para cada pergunta do questionário após nossa intervenção com os aparatos experimentais, bem como classificando o resultado como impacto favorável, desfavorável ou neutro.

### 4.3.2.3.A – COMPARAÇÃO GERAL

#### A – Efeitos das Lentes Côncavas e Convexas

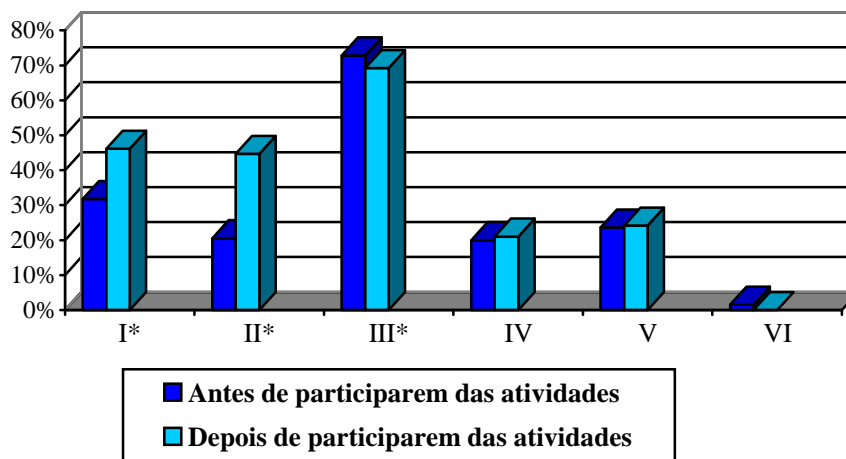
Nessa pergunta do questionário, o estudante deveria correlacionar as lentes (côncava e convexa) com seus respectivos efeitos ou funções (ver anexo 2, p. 150), como por exemplo, aumentar ou diminuir o objeto a ser observado por meio de uma dessas lentes. Como discutiremos dois tipos de lentes em uma mesma pergunta, apresentaremos primeiro as respostas para a lente com “barriga” (lente convexa) e, em seguida, para a lente com “cavidade” (lente côncava) vide anexo 2.

Vale destacar que, como uma opção tem mais de uma resposta correta, conseqüentemente o total da freqüência absoluta das respostas tanto no antes quanto no depois excede o número de alunos entrevistados.

#### A1) “Lente com “barriga””

Para o item lente com “barriga”, por ser uma lente convergente, as respostas esperadas são: **concentra, inverte e aumenta**.

**Gráfico 4.5: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com Barriga”.**



**Legenda:**

- I = Concentra\*;
- II = Inverte\*;
- III = Aumenta\*;
- IV = Diminui;
- V = Espalha;
- VI = Não respondeu.

\* Variável esperada.

O gráfico 4.5 nos mostra que a porcentagem das respostas para a variável I (**concentra**) e II (**inverte**), após nossa intervenção melhorou sensivelmente, havendo um acréscimo de 14,4% para a variável I e 24,1% para a variável II de um total de **195 alunos entrevistados**. Ao passo que para a função III (**aumenta**), o impacto da atividade foi desfavorável, pois se observa que antes dos entrevistados participarem das atividades a quantidade de acertos era de 72,8 % e, após nossa intervenção, houve um decréscimo de 3,57%.

Para as variáveis IV (diminui) e V (espalha), sendo incorretas para esse tipo de lente, observamos, a partir do gráfico 4.5, que alguns entrevistados as consideraram corretas antes da intervenção com 20,0% para a variável IV (diminui) e 23,6% para a variável (V) espalha, sofrendo um pequeno acréscimo de 1 % (diminui) e 0,5 % (espalha) a favor dessas variáveis após nossa intervenção.

Em relação a variável VI (não respondeu), após os participantes da pesquisa interagirem com os experimentos, todos (100%) responderam a essa pergunta do questionário.

**Quadro 4.3: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para “lente com “barriga”” considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b><i>I – Concentra</i></b>	62	90	+28	<b>F</b>
<b><i>II – Inverte</i></b>	40	87	+47	<b>F</b>
<b><i>III – Aumenta</i></b>	142	135	-07	<b>D</b>
<b><i>IV – Diminui</i></b>	39	41	+03	<b>D</b>
<b><i>V – Espalha</i></b>	46	47	+01	<b>D</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

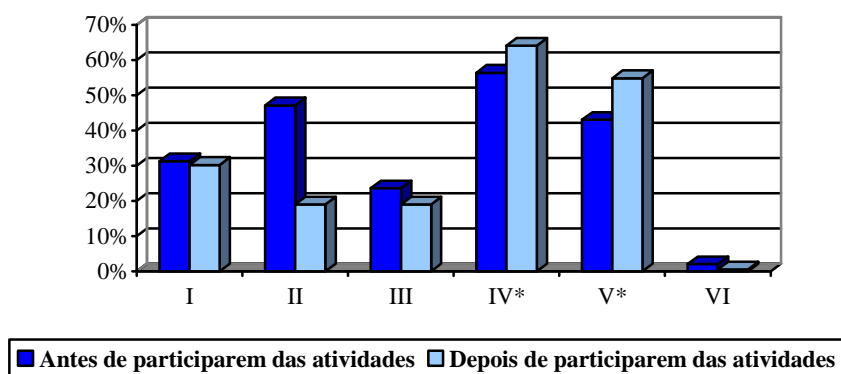
D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = variáveis esperadas.

## A2) Lente com “cavidade”

Para o item lente com “cavidade”, por ser uma lente divergente, as variáveis esperadas são: **diminui e espalha**.

**Gráfico 4.6: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para as variáveis da “Lente com “Cavidade””.**



### Legenda:

- I = Concentra;
- II = Inverte;
- III = Aumenta;
- IV = Diminui\*;
- V = Espalha\*;
- VI = Não respondeu.

As variáveis IV (diminui) e V (espalha), sendo as variáveis esperadas para essa lente, sofreram um acréscimo nas respostas de 7,69% e 11,80% respectivamente após a intervenção com os experimentos.

**Quadro 4.4: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a questão “lente com “cavidade”” considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>I – Concentra</i>	61	59	-02	<b>F</b>
<i>II – Inverte</i>	92	37	-55	<b>F</b>
<i>III – Aumenta</i>	46	37	-09	<b>F</b>
<i>IV – Diminui</i>	110	125	+15	<b>F</b>
<i>V – Espalha</i>	84	107	+23	<b>F</b>

### Legenda:

- Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.
- Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.
- $\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).
- IP= Índice de impacto.

\* Variável esperada.

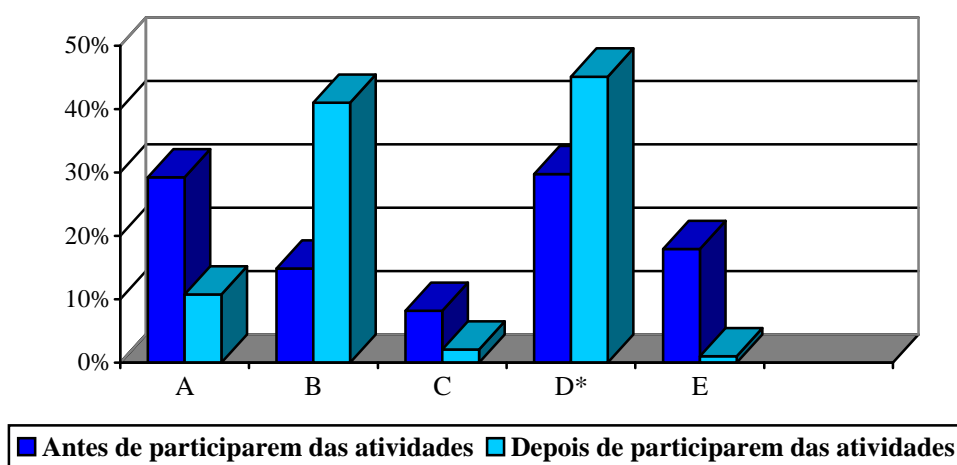
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais..

■ = variáveis esperadas.

## B – Indagação sobre a Formação da Luz Branca

A terceira pergunta é de múltipla escolha com cinco opções, a qual o participante da pesquisa deveria escolher qual opção suscitava mais adequadamente como é formada a luz visível advinda do sol (anexo 2, p.151). Para essa pergunta, a variável esperada é: **formada por inúmeras cores (letra D)**.

**Gráfico 4.7: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a terceira pergunta do questionário.**



### Legenda:

A= Cor amarela

B= Cor branca<sup>72</sup>

C= Cor alaranjada

D= Inúmeras cores\*

E= Não tem cor

Observamos que, das 195 respostas, 29,75 % dos entrevistados antes da intervenção afirmavam que a **luz visível do sol é formada por inúmeras cores**. Após nossa intervenção com os aparatos experimentais, houve um sensível aumento de 15,38%, o que representou no geral um impacto positivo de nossa intervenção com os experimentos.

O gráfico 4.7 também apresentou um acréscimo (26,16%) nas respostas para a variável B (cor branca) após a intervenção, apresentando para alguns estudantes impacto negativo.

\* Variável esperada

**Quadro 4.5: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a terceira questão considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A - Cor amarela</i>	57	21	-36	<b>F</b>
<i>B - Cor branca</i>	29	80	+51	<b>D</b>
<i>C - Cor alaranjada</i>	16	04	-12	<b>F</b>
<i>D - Inúmeras cores</i>	58	88	+30	<b>F</b>
<i>E - Não tem cor</i>	35	02	-33	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

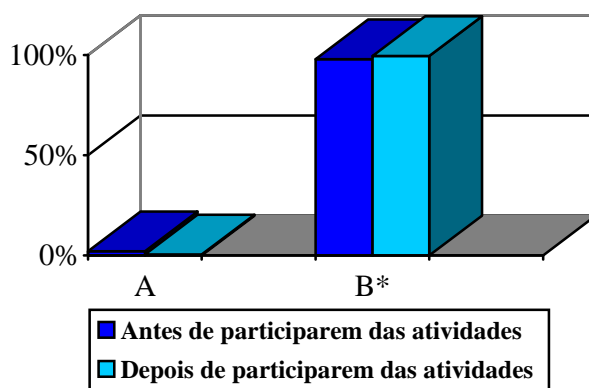
■ = variável esperada.

**C – Indagação sobre o Material e Forma Adequada para uma Lente**

A quarta pergunta do questionário discute o material no qual a lente pode ser constituída e a quinta pergunta suscita a forma esperada do material para que ele funcione como uma lente (anexo 2, p.150).

As duas perguntas são de múltipla escolha, contendo cada uma duas alternativas (A e B). Para a quarta pergunta do questionário, a resposta esperada é: **de vidro (letra B)**. Para a quinta pergunta, a resposta é: **curva (letra B)**.

**Gráfico 4.8: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a quarta pergunta do questionário.**



**Legenda:**

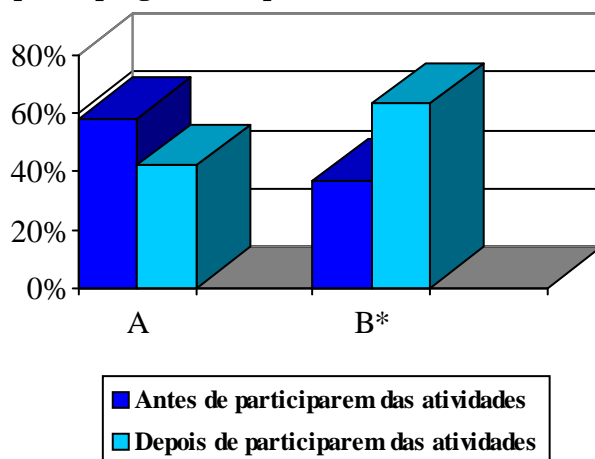
A = de madeira

B = de vidro\*

\* Resposta esperada.



**Gráfico 4.9: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a quinta pergunta do questionário.**



**Legenda:**

A = plana

B = curva\*

Observamos, no gráfico 4.8, um pequeno acréscimo (1,54%) para a variável esperada (de vidro), visto que antes da intervenção uma significativa porcentagem de alunos a considerava correta. No gráfico 4.9, notamos um aumento significativo (21,03%) para a variável **curva**.

**Quadro 4.6: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a quarta e quinta questões considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>Material</i>				
<i>A - de madeira</i>	04	01	- 03	<b>F</b>
<i>B - de vidro</i>	191	194	+03	<b>F</b>
<i>Forma</i>				
<i>A - plana</i>	113	72	-41	<b>F</b>
<i>B - curva</i>	82	123	+41	<b>F</b>

**Legenda:**

Material = quarta pergunta do questionário.

Forma = quinta pergunta do questionário.

Ni = Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf - Ni).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = variáveis esperadas.

\* Variável esperada.

## D – Relação entre Tamanho da Sombra com a Intensidade Luminosa

Como já explicitado anteriormente, as perguntas 05 a 11 do questionário são abertas, o que possibilitou aos entrevistados responder de forma mais espontânea, com liberdade para se expressarem sem nenhum tipo de restrição. Essas perguntas abertas geraram uma considerável quantidade de respostas que durante o tratamento dos dados foram categorizadas.

Com a sexta pergunta, buscamos avaliar como os estudantes relacionam a sombra de algo com a intensidade luminosa do foco (anexo 2, p. 150). A resposta aceitável do ponto de vista científico é: **“independência do tamanho da sombra em relação à intensidade luminosa do foco”**.

Apresentaremos a seguir algumas das concepções prévias dos estudantes, antes de participarem das atividades experimentais.

**Márcio**\*: “A sombra será maior, porém mais clara”.

**Angélica**\*: “A sombra é ampliada devido o aumento na intensidade da lâmpada”.

**Ingrid**\*: “A sombra continuará no mesmo lugar, pois o que importa não é a intensidade da lâmpada e sim a posição da lâmpada”.

**Lucas**\*: “A sombra será menor por ter trocado a lâmpada”.

**Henrique**\*: “A luz sendo mais forte pegará todos os lados da caixa, formando várias sombras”.

Vejamos a seguir as concepções dos participantes após interagirem com os aparatos experimentais e as falas apresentadas são referentes às dos mesmos alunos apresentados anteriormente.

**Márcio**\*: “A sombra será a mesma, só aparecerá mais escura, porque a intensidade não interfere no tamanho”.

**Angélica**\*: “Será a mesma, pois a intensidade não aumenta de tamanho. E será mais escura”.

**Ingrid**\*: “A sombra será do mesmo tamanho, já que a intensidade não irá influenciar na posição da sombra”.

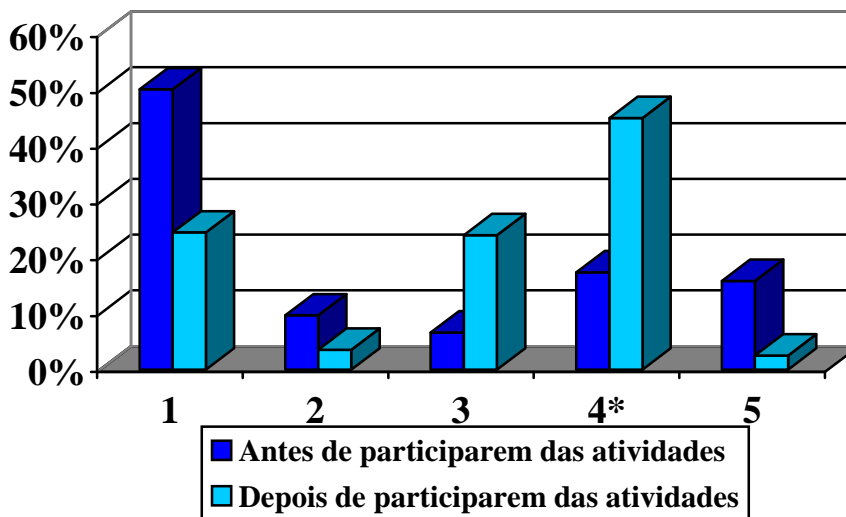
**Lucas**\*: “A sombra continuará no mesmo tamanho, o que importa não é a intensidade da lâmpada e sim a posição da lâmpada”.

---

\* Nomes fictícios a fim de manter a privacidade dos entrevistados.

**Henrique\***: “A sombra ficará do mesmo tamanho, e também ficara mais escura”.

**Gráfico 4.10:** Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a sexta pergunta do questionário.



**Legenda:**

- 1-A sombra aumenta (o dobro)
- 2-A sombra diminui.
- 3-Formam-se mais sombras.
- 4- Independência do tamanho da sombra\*.
- 5-Não respondeu.

Para esta pergunta, observamos que antes da intervenção com os aparatos experimentais apenas 17,44% das respostas estavam de acordo com a categoria esperada, **independência do tamanho da sombra em relação à intensidade luminosa do foco**. A maior parte das respostas aponta que “a sombra aumenta de tamanho se a intensidade luminosa aumentar”, embora alguns indiquem que “*haverá menos sombra*”, a “*sombra diminuirá de tamanho*” ou “*aumentará a quantidade de sombras à medida que se aumenta a intensidade da lâmpada*”.

Após a intervenção, notamos um aumento substancial na porcentagem de alunos (27,69%) que representou através de desenhos ou por meio da escrita a **sombra do mesmo tamanho, independente do aumento da intensidade da luz**. Consideramos dentro da categoria esperada expressões tais como “*a sombra não muda de tamanho*”, “*a sombra permanece a mesma, ficando apenas mais escura no chão*”.

O gráfico 4.10 também apresenta um sensível acréscimo de 17,43% para a categoria 3 (Formam-se mais sombras), representando um impacto desfavorável da atividade experimental para os alunos que a consideraram correta.

---

\* Variável esperada.

**Quadro 4.7: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a sexta questão considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Categorias</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>1- A sombra aumentará.</i>	98	48	- 50	<b>F</b>
<i>2- A sombra diminuirá.</i>	19	07	-12	<b>F</b>
<i>3 - Formam-se mais sombras.</i>	13	47	+34	<b>D</b>
<i>4-Independência do tamanho da sombra.</i>	34	88	+54	<b>F</b>
<i>5- Não respondeu.</i>	31	05	-26	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Categoria esperada.

## **E – Indagação sobre a Propagação Retilínea da Luz**

A pergunta buscou saber as concepções dos estudantes sobre a imagem formada em uma tela após a luz de uma vela atravessar um pequeno orifício. Destacaremos abaixo algumas das diferentes concepções espontâneas dos entrevistados antes de interagirem com os aparatos experimentais e, no gráfico 4.11, apresentaremos a categorização dessas concepções:

**Juliana\***: “Ao passar a luz pelo orifício, a luz sofre refração e a iluminação é expandida”.

**Lara\***: “Uma bola grande, por causa do reflexo do primeiro orifício”.

**Anderson\***: “A sombra da primeira tela foi para a segunda tela”.

**Rafael\***: “Ficou a parte do furo iluminada”.

**Fábio\***: “A imagem refletida é invertida e encontra-se em tamanho menor, já que os feixes de luz se cruzarão, invertendo a imagem”.

Vejamos a seguir as concepções dos participantes após interagirem com os aparatos experimentais e as falas apresentadas são referentes às dos mesmos alunos apresentados anteriormente.

**Juliana\***: “Pelo fato da luz ir reta, já que ela passa pelo furo, a vela inverte”.

\* Nomes fictícios, a fim de preservarmos a identidade dos entrevistados.

**Lara\***: “A vela aparecerá de cabeça para baixo, porque haverá uma mudança de posição da imagem da vela, por causa do caminho da luz”.

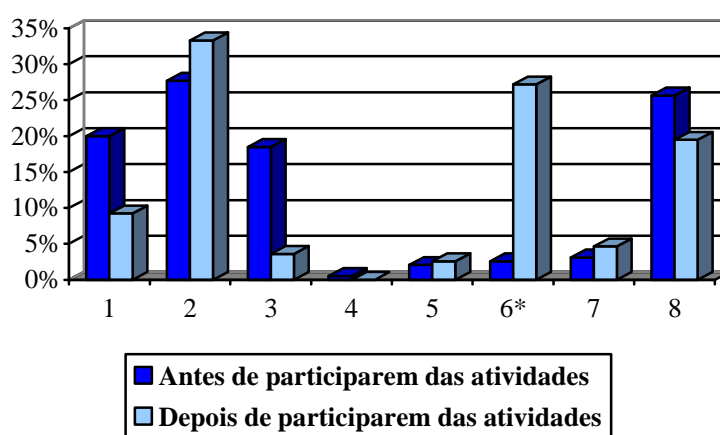
**Anderson\***: “Aparecerá um bola na segunda tela”.

**Rafael\***: “A luz da vela passará pelo buraquinho e na outra tela chegará os seus raios”.

**Fábio\***: “Os raios luminosos se propagam em linha reta, portanto a imagem será invertida”.

A categoria esperada para essa pergunta é: **formará na tela a imagem da chama da vela invertida (para baixo da chama).**

**Gráfico 4.11: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a sétima pergunta do questionário.**



**Legenda:**

- 1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.
- 2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.
- 3 - Raios de luz na segunda placa.
- 4 - Formará mais uma tela.
- 5 - A segunda tela ficará em branco.
- 6 - Imagem da chama da vela invertida\*.
- 7 - Imagem da chama direita.
- 8 - Não respondeu.

A grande quantidade de categorias indica que as diversas possibilidades de respostas foram citadas (gráfico 4.11). Observamos dentre essas categorias que não houve respostas satisfatórias, antes de nossa intervenção com os aparatos interativos, no qual **a partir da concepção da propagação retilínea da luz, deve se formar na tela uma imagem invertida (para baixo da chama da vela).** Encontramos nos desenhos vários raios de luz convergindo para o furo e, em seguida, se expandindo, representações de esferas, pontos entre outras. Após a intervenção, aceitamos como corretas expressões tais como: “...a imagem aparece invertida e menor...”, “...forma-se a imagem da vela de cabeça para baixo...” e outras.

\* Categoria esperada.

**Quadro 4.8: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a sétima questão considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.</i>	39	18	-21	<b>F</b>
<i>2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.</i>	54	65	+11	<b>D</b>
<i>3 - Raios de luz na segunda placa.</i>	36	07	-29	<b>F</b>
<i>4 - Formará mais uma tela.</i>	01	00	-01	<b>F</b>
<i>5 - A segunda tela ficará em branco.</i>	04	05	+01	<b>D</b>
<i>6 - Imagem da chama da vela invertida.</i>	05	53	+48	<b>F</b>
<i>7 - Imagem da chama direita.</i>	06	09	+03	<b>D</b>
<i>8 - Não respondeu.</i>	50	38	-12	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf= Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Categoria esperada.

## **F- Indagação sobre Reflexão da Luz**

Buscamos com essa pergunta indagar conceitos de reflexão da luz, ao perguntarmos se a folha branca reflete luz. Ao analisarmos as respostas, obtivemos algumas das seguintes concepções prévias:

**Marta\***: “Não. Porque não está refletindo agora”.

**Valéria\***: “Só se estiver uma luz forte nela, com isso a folha reflete fracamente a luz”.

**Danilo\***: “Sim. É branca”.

Vejamos a seguir as concepções dos participantes após interagirem com os aparatos experimentais e as falas apresentadas são referentes às dos mesmos alunos apresentados anteriormente.

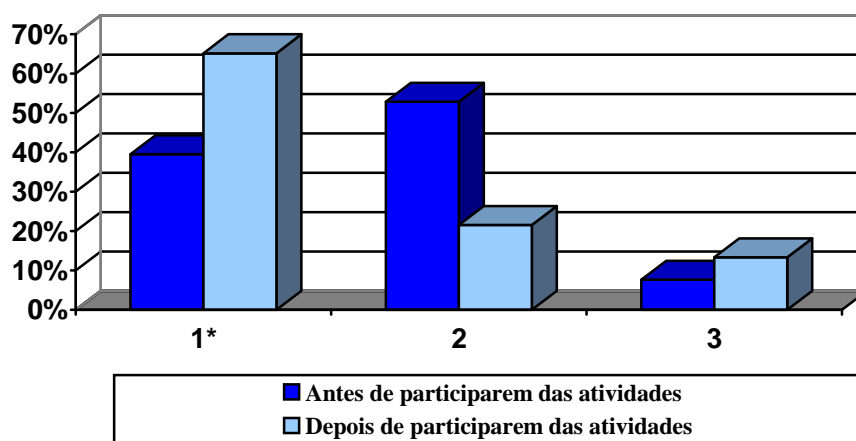
**Marta\***: “Sim a luz bate e volta, por isso eu vejo a folha”.

**Valéria\***: “Sim. Pois conseguimos ver o branco que é a mistura de todas as cores”.

**Danilo\***: “Sim. Porque é branca”.

A expressão esperada para essa pergunta é: **Sim, reflete luz.**

**Gráfico 4.12: Distribuição das respostas de todos os grupos de alunos que participaram da pesquisa para a oitava pergunta do questionário.**



**Legenda:**

- 1 = Sim\*
- 2 = Não
- 3 = Não respondeu

Observamos que mais da metade dos entrevistados (no questionário prévio) afirma não haver reflexão, para os estudantes “deveria haver luz emitindo da folha para que houvesse reflexão”. Após nossa intervenção, houve uma evolução nas respostas dos alunos, pois mais da metade (65,13%) admitiu haver reflexão.

**Quadro 4.9: Dinâmica de mudança nas respostas de todos os alunos para a oitava questão considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>				
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>	<i>Condições Finais</i>		
		<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>1 – Sim.</i>	77	127	+50	<b>F</b>
<i>2 – Não.</i>	103	42	-61	<b>F</b>
<i>3 – Não respondeu.</i>	15	26	+11	<b>D</b>

**Legenda:**

- Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.
- Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.
- $\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).
- IP= Índice de impacto.
- F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.
- D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.
- = Categoria esperada.

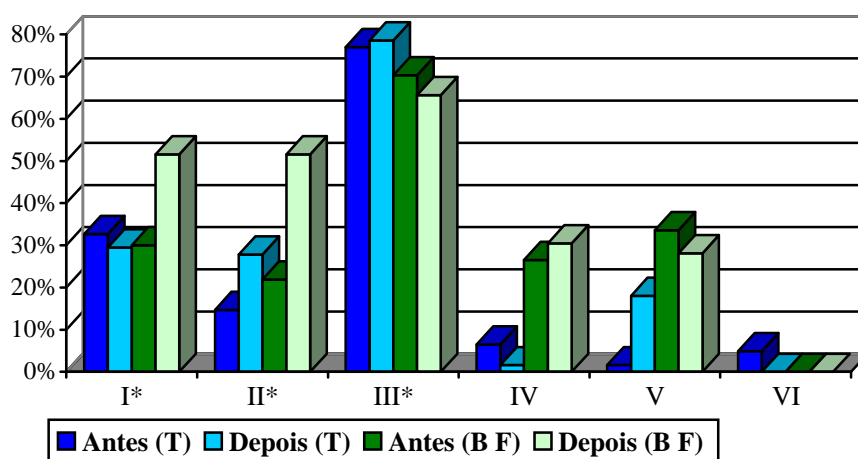
\* Categoria esperada.

### 4.3.2.3.B – Comparação entre Alunos da Tijuca (T) e Alunos da Baixada Fluminense (BF).

#### A- Efeitos das Lentes Côncavas e Convexas

##### A.1) Lente com “barriga” (ver anexo 2, p.150).

Gráfico 4.13: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com Barriga”.



**Legenda:**

I = Concentra\*;

II = Inverte\*;

III = Aumenta\*;

IV = Diminui;

V = Espalha;

VI = Não respondeu.

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

Para a variável I (concentra), o gráfico 4.13 nos mostra que, antes da intervenção, a porcentagem de respostas dos alunos da Tijuca (T) que a considerava correta se aproximava à dos alunos da Baixada Fluminense (BF), a saber: 33% (T) de um total de 61 alunos e 30% (BF) de um total de 128 entrevistados. Após nossa intervenção com os experimentos, houve um crescimento de 21,56% de estudantes da BF que passaram a considerar essa variável correta, ao passo que houve um leve decréscimo de 3,5 % na escolha dessa opção por parte dos entrevistados da T.

O gráfico 4.13 demonstra, ao término das atividades experimentais, que houve um acréscimo na escolha da variável II (inverte) por parte de ambos os grupos escolares 27,80% para os alunos da T e 51,56% para os estudantes da BF.

\* Variável esperada.



Para a variável III (aumenta), antes da intervenção 77% dos alunos da B.F. e 70,31% dos estudantes da T a consideraram correta, após interagirem com os experimentos essa porcentagem sofreu um aumento de 1,6% na BF e um decréscimo de 4,69% na T.

A variável IV (diminui) sofreu decréscimo nas respostas dos alunos da T (4,90%), enquanto que sofreu um leve acréscimo nas escolhas dos entrevistados da BF (3,90). Em contraposição, a variável V (espalha) sofreu acréscimo de 16,4% nas respostas dos alunos da T e um decréscimo de 5,47% para os alunos da BF.

A variável VI (não respondeu) antes da intervenção representou apenas 5% dos alunos da Tijuca e 0% dos alunos da BF. Após intervenção 100% dos entrevistados responderam.

**Quadro 4.10: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga”.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense (BF)</i>		
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>I – Concentra</i>	20	38	17	-02	<b>D</b>	66	+28	<b>F</b>
<i>II – Inverte</i>	09	28	17	+08	<b>F</b>	66	+38	<b>F</b>
<i>III – Aumenta</i>	47	90	46	-01	<b>D</b>	84	-06	<b>D</b>
<i>IV – Diminui</i>	04	34	01	-03	<b>F</b>	39	+05	<b>D</b>
<i>V – Espalha</i>	01	43	11	+10	<b>D</b>	36	-07	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP= Índice de impacto.

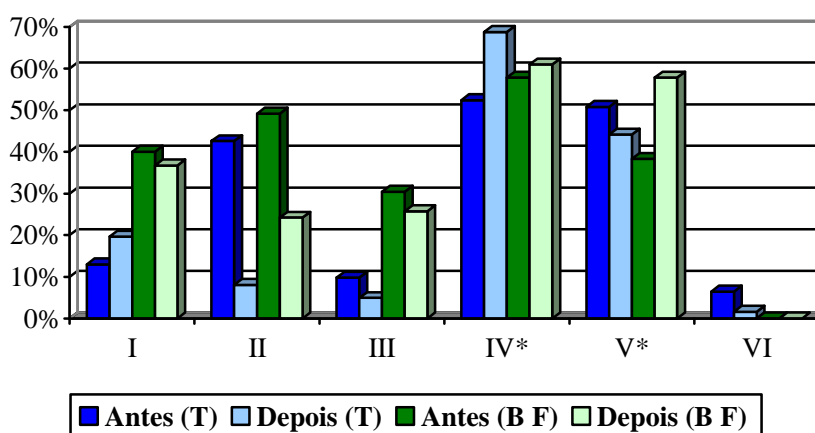
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Variáveis esperadas.

## B) Lente com “cavidade” (ver anexo 2, p.150).

**Gráfico 4.14: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para as variáveis da “Lente com “Cavidade””.**



### Legenda:

I = Concentra;

II = Inverte;

III = Aumenta;

IV = Diminui\*;

V = Espalha\*;

VI = Não respondeu.

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

B. F. = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

O gráfico 4.14 traça uma comparação entre as respostas dadas para a lente com “cavidade” pelos alunos das escolas municipais da Tijuca (T) e pelos estudantes das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (BF). Sabendo-se que as variáveis esperadas para essa lente divergente são **diminui** e **espalha**, observamos no gráfico que em relação a variável I (concentra) 13% dos alunos da T a consideraram correta e, após nossa intervenção, houve um acréscimo de 7% na porcentagem de estudantes que a tinham como certa. Na BF, houve um decréscimo de 3,29% para essa variável. Entretanto antes de realizarmos as atividades, a porcentagem de alunos que a considerava correta era muito maior na BF com 40%. Vale destacar que, mesmo com o acréscimo sofrido nas respostas da T, essa porcentagem não superou as respostas iniciais da BF.

A variável II (inverte) passou por um decréscimo de 34,5% na T e 25% na BF. Para a variável III (aumenta), também observamos uma porcentagem menor de estudantes que a considerava correta nos dois grupos. Entretanto antes da intervenção, houve uma diferença significativa entre ambos os grupos: a saber, 9,80% para T e 30,46% para BF e a redução, após a intervenção, foi de 4,90% para T e 4,68% para BF.

\* Variável esperada.

Na variável IV (diminui), houve um acréscimo de respostas de 16,4% do grupo de alunos da T e de 3,12% dos alunos da BF. Já na variável V (espalha), o gráfico nos apresentou situações distintas para os grupos em questão. Apesar da situação inicial ser próxima entre os grupos, após a intervenção houve um decréscimo de 6,6% para os alunos da T e um aumento de 19,53% para os grupos da BF. Para a variável VI (não respondeu), observamos um decréscimo (5%) no grupo da BF, enquanto que na T permaneceu constante com 0%.

**Quadro 4.11: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (B. F.) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade””.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense (BF)</i>		
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>I – Concentra</i>	08	51	12	+04	<b>D</b>	47	-04	<b>F</b>
<i>II – Inverte</i>	26	63	05	-21	<b>F</b>	31	-32	<b>F</b>
<i>III – Aumenta</i>	06	39	03	-03	<b>F</b>	33	-6	<b>F</b>
<i>IV – Diminui</i>	32	74	42	+10	<b>F</b>	78	+04	<b>F</b>
<i>V – Espalha</i>	31	49	27	-04	<b>D</b>	73	+24	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP= Índice de impacto.

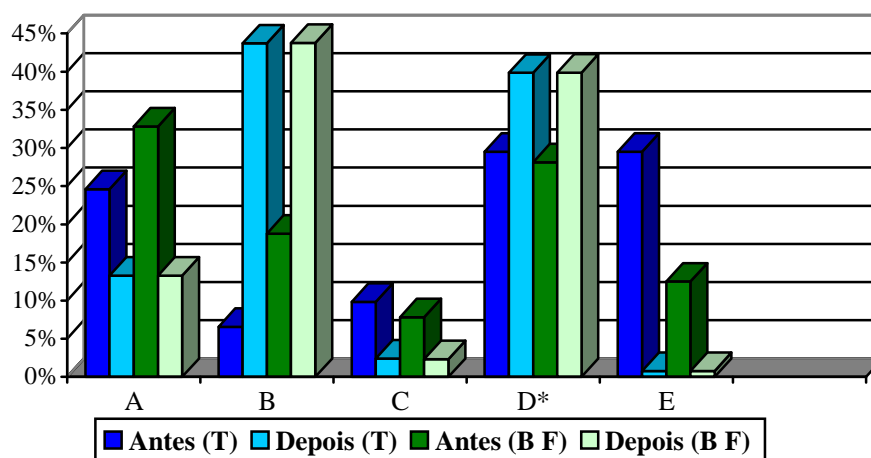
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Variáveis esperadas.

## 2- Indagação sobre a Formação da Luz Branca (ver anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.15: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a terceira pergunta do questionário.**



**Legenda:**

A= Cor amarela

B= Cor branca

C= Cor alaranjada

D= Inúmeras cores\*

E= Não tem cor

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

A variável esperada (inúmeras cores) sofreu um acréscimo de respostas pós-intervenção similar em ambos os grupos escolares: a saber, 11,73% para os estudantes da Baixada Fluminense (BF) e 10,34% para os entrevistados da Tijuca (T).

Para a variável B (cor branca), mesmo não sendo a esperada, também houve um considerável acréscimo nas respostas dos estudantes da T (37,15%) e da BF (25%). As demais variáveis sofreram significativos decréscimos nas respostas dos dois grupos de estudantes após interagirem com os aparatos experimentais.

---

\* Variável esperada

**Quadro 4.12: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a terceira pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense (BF)</i>		
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>A - Cor amarela</b>	15	42	04	-11	<b>F</b>	17	-25	<b>F</b>
<b>B - Cor branca</b>	04	24	24	+20	<b>D</b>	56	+32	<b>D</b>
<b>C - Cor alaranjada</b>	06	10	01	-05	<b>F</b>	03	-07	<b>F</b>
<b>D - Inúmeras cores</b>	18	36	31	+13	<b>F</b>	51	+15	<b>F</b>
<b>E - Não tem cor</b>	18	16	01	-17	<b>F</b>	01	-15	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP= Índice de impacto.

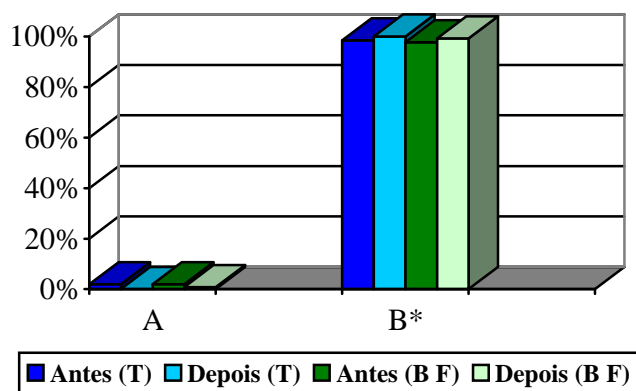
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Variável esperada.

**3- Indagação sobre o Material e Forma apropriada para uma Lente (ver anexo 2, p.150)**

**Gráfico 4.16: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a quarta pergunta do questionário.**



**Legenda:**

A = de madeira

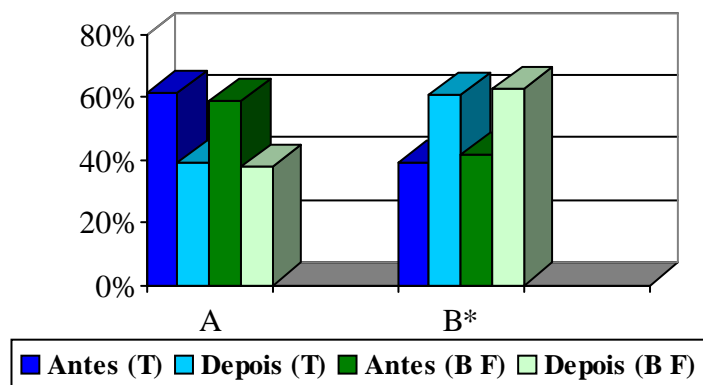
B = de vidro\*

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

B. F. = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

\* Resposta esperada.

**Gráfico 4.17: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a quinta pergunta do questionário.**



**Legenda:**

A = plana

B = curva\*

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

B. F. = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

De acordo com o gráfico 4.17, houve acréscimo de respostas para as variáveis esperadas em ambos os grupos escolares: 1,64% para a variável **de vidro** dos estudantes da T e 21,3% para a variável **curva** para esses mesmos alunos. Para os alunos da BF, o aumento foi de 1,56% para a variável de vidro e 21,1% para a variável **curva**.

**Quadro 4.13: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a quarta e quinta pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense(BF)</i>		
<i>Material</i>	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A – de madeira</i>	01	03	00	-01	<b>F</b>	01	-02	<b>F</b>
<i>B – de vidro</i>	60	125	61	+01	<b>F</b>	127	+02	<b>F</b>
<i>Forma</i>								
<i>A – plana</i>	37	75	24	-13	<b>F</b>	48	-27	<b>F</b>
<i>B – curva</i>	24	53	37	+13	<b>F</b>	80	+27	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

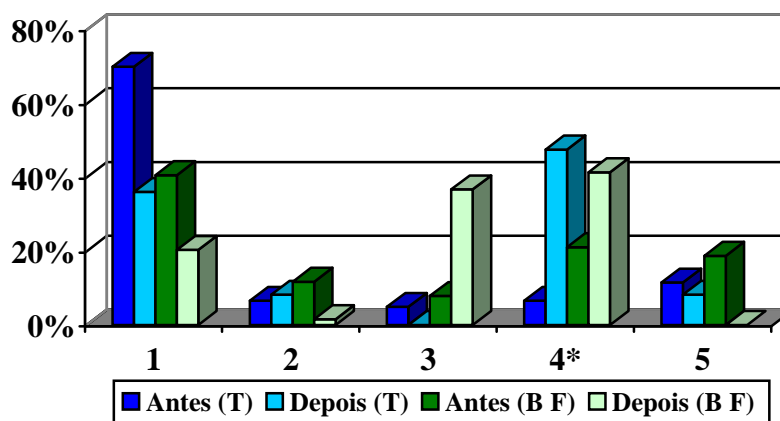
$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

\* Variável esperada.

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).  
 BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).  
 IP= Índice de impacto.  
 F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.  
 D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.  
 ■ = Variáveis esperadas.

#### 4- Relação entre Tamanho da Sombra com Intensidade Luminosa (ver anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.18: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a sexta pergunta do questionário.**



**Legenda:**

- 1-A sombra aumenta (o dobro)
- 2-A sombra diminui.
- 3-Formam-se mais sombras.
- 4- Independência do tamanho da sombra\*.
- 5-Não respondeu.

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

B. F. = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

Antes da intervenção experimental, grande parte dos alunos da T e da BF (gráfico 4.18) respondeu que “*se dobrarmos a intensidade da fonte de luz, a sombra aumentará de tamanho*”, ou “*dobrará o seu comprimento*”.

Após nossa intervenção, a categoria esperada “**independência do tamanho da sombra em relação à intensidade luminosa do foco**” é entendida por uma porcentagem substancial de ambos os grupos escolares. Entretanto, a compreensão dessa concepção foi mais significativa para os alunos da T, onde observamos um decréscimo para as demais categorias, ao passo que para os estudantes da BF, apesar de muitos alunos responderem a categoria esperada, uma grande porcentagem de entrevistados respondeu “*formam-se mais sombras*”.

\* Variável esperada.

**Quadro 4.14: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense (BF)</i>		
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1- A sombra aumenta (o dobro)</b>	43	52	22	-21	<b>F</b>	26	-26	<b>F</b>
<b>2- A sombra diminui.</b>	04	15	05	+01	<b>D</b>	02	-13	<b>F</b>
<b>3 - Formam-se mais sombras.</b>	03	10	00	-03	<b>F</b>	47	+37	<b>D</b>
<b>4- Independência do tamanho da sombra.</b>	04	27	29	+25	<b>F</b>	53	+26	<b>F</b>
<b>5- Não respondeu</b>	07	24	05	-02	<b>F</b>	00	-24	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP= Índice de impacto.

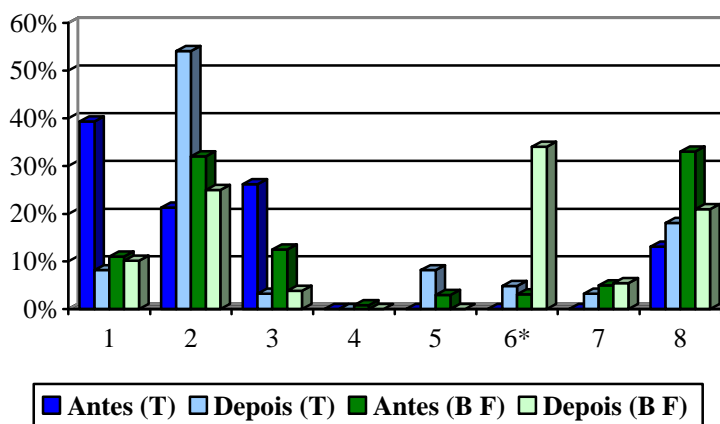
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Variável esperada.

**5- Indagação sobre a Propagação Retilínea da Luz (ver anexo 2, p.150)**

**Gráfico 4.19: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a sétima pergunta do questionário.**



**Legenda:**

1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.

2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.

3 - Raios de luz na segunda placa.

4 - Formará mais uma tela.

5 - A segunda tela ficará em branco.

6 - Imagem da chama da vela invertida\*.

7 - Imagem da chama direita.

8 - Não respondeu.

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

\* Categoria esperada.



B F = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

Antes da intervenção experimental, uma grande porcentagem de alunos da Tijuca (T) acreditava que a luz da vela ao atravessar os orifícios da primeira tela “formaria na segunda tela um pontinho”. Para os alunos da Baixada Fluminense (BF), a luz da vela “formaria a imagem de uma esfera na segunda tela”. Ao passo que a categoria esperada, **formará na tela a imagem da vela invertida (para baixo da vela)**, apresentou resultados não significativos quantitativamente.

As respostas dos alunos da T, pós-intervenção, manteve-se no mesmo nível do questionário antes da intervenção, pois as respostas foram norteadas pela concepção de que ‘após atravessar o orifício formará na placa a imagem de uma esfera’. Em contraposição, para os alunos da BF, percebemos no questionário pós -intervenção um aumento substancial no número de respostas dentro da categoria esperada.

**Quadro 4.15: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>T</i>			<i>BF</i>		
			<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.</b>	24	14	05	-19	<b>F</b>	13	-01	<b>F</b>
<b>2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.</b>	13	41	33	+20	<b>D</b>	32	-09	<b>F</b>
<b>3 - Raios de luz na segunda placa.</b>	16	16	02	-14	<b>F</b>	05	-11	<b>F</b>
<b>4 - Formará mais uma tela.</b>	00	01	00	00	<b>N</b>	00	-01	<b>F</b>
<b>5 - A segunda tela ficará em branco.</b>	00	04	05	+05	<b>D</b>	00	-04	<b>F</b>
<b>6 - Imagem da chama da vela invertida.</b>	00	04	03	+03	<b>F</b>	44	+40	<b>F</b>
<b>7 - Imagem da chama direita.</b>	00	06	02	+02	<b>D</b>	07	+01	<b>D</b>
<b>8 - Não respondeu.</b>	08	42	11	+03	<b>D</b>	27	-15	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

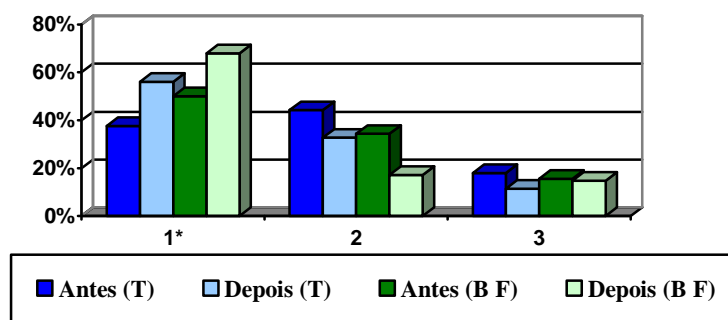
D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = Variável esperada.

## 6 – Indagação sobre Reflexão da Luz (ver anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.20: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos das escolas municipais da Tijuca para a oitava pergunta do questionário.**



### Legenda:

1 = Sim\*

2 = Não

3 = Não respondeu

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

O gráfico 4.20 apresenta uma sensível mudança nas respostas a favor da categoria esperada, após os estudantes de ambos os grupos escolares participarem das atividades experimentais.

**Quadro 4.16: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos da Baixada Fluminense (BF) e Tijuca (T), considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
	<i>T</i>	<i>BF</i>	<i>Tijuca (T)</i>			<i>Baixada Fluminense (BF)</i>		
			<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1 – Sim</b>	23	48	34	+11	<b>F</b>	87	+39	<b>F</b>
<b>2 – Não</b>	27	76	20	-07	<b>F</b>	22	-54	<b>F</b>
<b>3 – Não respondeu.</b>	11	04	07	-04	<b>F</b>	19	+15	<b>D</b>

### Legenda:

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

T = Alunos da rede municipal de ensino da Tijuca que participaram da pesquisa no ECV (N = 61).

BF = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

IP = Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Categoria esperada.

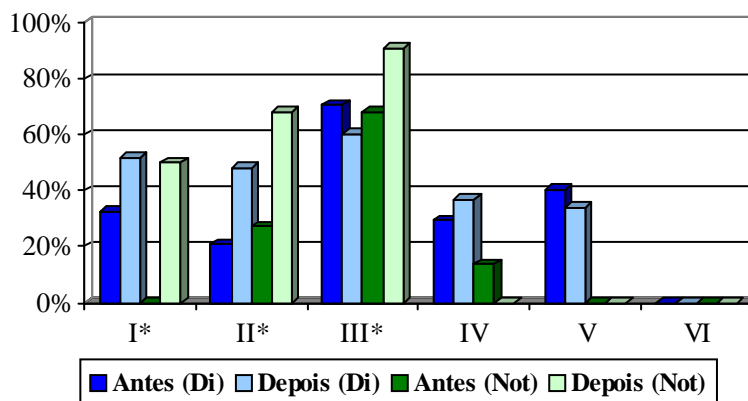
\* Categoria esperada.

**4.3.2.3.C – Comparação entre Estudantes da Rede Municipal e Estadual do Turno Diurno da Baixada Fluminense e Alunos da Rede Municipal do Turno Noturno (EJA<sup>21</sup>) da Baixada Fluminense.**

**A - Efeitos das Lentes Côncavas e Convexas (anexo 2, p.150)**

**A.1) “Lente com “barriga””.**

**Gráfico 4.21: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para as variáveis da “Lente com Barriga”.**



**Legenda:**

I = Concentra\*;

II = Inverte\*;

III = Aumenta\*;

IV = Diminui;

V = Espalha,

VI = Não respondeu.

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Após a participação nas atividades experimentais, houve acréscimos de respostas para as variáveis esperadas I (concentra) e II (inverte) em ambos os grupos escolares (gráfico 4.21). Nas respostas dos alunos do turno diurno (Di), a variável I sofreu um aumento de 18,9% e a variável II um aumento de 27,36%, o turno noturno (Not) obteve substanciais acréscimos de 50% para a primeira variável e 40,91% para a segunda variável esperada.

A terceira variável esperada (aumenta) sofreu decréscimo (10,38%) nas respostas dos alunos do Di e um acréscimo substancial (22,72%) para os entrevistados do Not. Já a variável IV (diminui), apresentou um acréscimo de 7,54% nas respostas dos estudantes do Di e um decréscimo de 13,63% para os alunos do Not.

<sup>21</sup> Educação de Jovens e Adultos.

\* Variável esperada.

A variável V (espalha) apresentou 0% das respostas antes e 0% após a intervenção para os alunos do Not e, para o grupo do Di, houve um decréscimo de 6,6 % após nossas atividades.

**Quadro 4.17: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga””.**

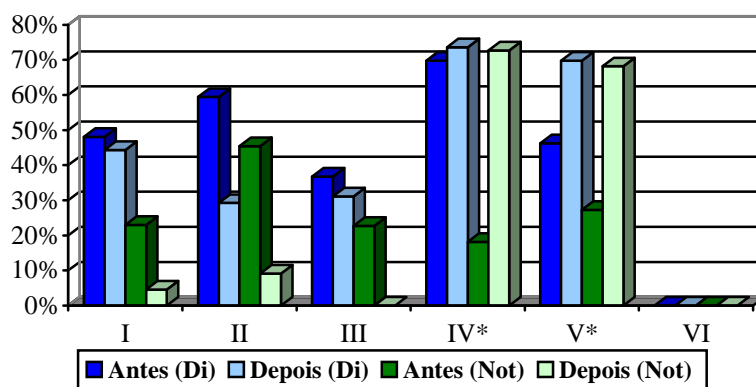
<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>I – Concentra</b>	38	00	55	+17	<b>F</b>	11	+11	<b>F</b>
<b>II – Inverte</b>	22	06	51	+29	<b>F</b>	15	+09	<b>F</b>
<b>III – Aumenta</b>	75	15	64	-11	<b>D</b>	20	+05	<b>F</b>
<b>IV – Diminui</b>	31	03	39	+08	<b>D</b>	00	-03	<b>F</b>
<b>V – Espalha</b>	43	00	36	-07	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>

**Legenda:**

- Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.
- Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.
- $\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).
- Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **turno diurno (N = 106)**.
- Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **turno noturno (N = 22)**.
- IP= Índice de impacto.
- N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.
- F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.
- D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.
- = Variáveis esperadas.

**A.2) – Lente com “cavidade” (ver anexo 2, p.150).**

**Gráfico 4.22: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para as variáveis da “Lente com Cavidade”.**



**Legenda:**

- I = Concentra;
- II = Inverte;
- III = Aumenta;

IV = Diminui\*;

V = Espalha\*;

VI = Não respondeu.

D = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

N = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Conforme sugere o gráfico 4.22, após a intervenção experimental, as variáveis I (concentra) e II (inverte) sofreram reduções nas respostas dos alunos dos turnos diurnos (Di) e dos turnos noturnos (Not). Vale ressaltar que os decréscimos foram mais significativos para os alunos do Not.

Para variável III (aumenta), o gráfico apresentou uma tênue queda nas respostas dos estudantes do Di de 5,66% e uma substancial queda de 22,72% para os entrevistados do Not.

Notamos, por meio do gráfico, que na variável IV (diminui) antes da intervenção experimental havia um número significativo de estudantes do turno diurno que a considerava correta (69,81%), após a intervenção houve um pequeno aumento (3,77%) nas respostas. Já para os alunos do noturno, apenas 18,18% a considerava correta e, após nossa intervenção, houve um substancial acréscimo de 54,54%.

Observamos que a variável V (espalha), após nossa intervenção, sofreu aumento significativo nas respostas de ambos os grupos, com maior destaque para os alunos da noite com 40,91% de acréscimo.

**Quadro 4.18: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade””.**

Avaliação do Impacto da Atividade								
Variável	Condições Iniciais (Ni)		Condições Finais					
			Diurno (Di)			Noturno (Not)		
	Di	Not	Nf	$\Delta N$	IP	Nf	$\Delta N$	IP
I – Concentra	51	05	47	-04	F	01	-04	F
II – Inverte	63	10	31	-32	F	02	-08	F
III – Aumenta	39	05	33	-06	F	00	-05	F
IV – Diminui	74	04	78	+04	F	16	+12	F
V – Espalha	49	06	74	+25	F	15	+09	F

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **turno diurno** (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **turno noturno** (N = 22).

\* Variável esperada.

IP= Índice de impacto.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

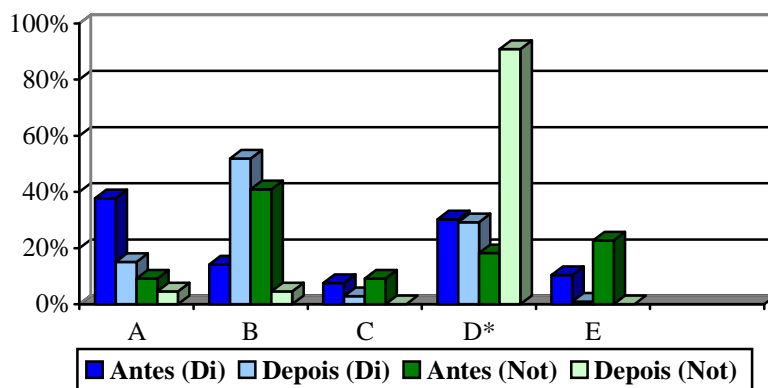
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Variáveis esperadas.

## B- Indagação sobre a Formação da Luz Branca (anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.23: Distribuição das repostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a terceira pergunta.**



### Legenda:

A= Cor amarela

B= Cor branca

C= Cor alaranjada

D= Inúmeras cores\*

E= Não tem cor

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Os questionários de pós-intervenção dos alunos do turno noturno (Not), nos revelaram um acréscimo significativo de respostas (72,70%) a favor da variável esperada (**inúmeras cores**), enquanto que as demais variáveis sofreram decréscimos.

A maioria dos estudantes (51,90%) do turno diurno (Di), após interagir com os aparatos experimentais, passou a considerar a luz do sol visível sendo formada pela cor branca, enquanto que a variável esperada sofreu um decréscimo de 0,96%. Após nossa intervenção, a variável mais escolhida foi a D (inúmeras cores) com 90,90% das repostas, enquanto que todas as outras variáveis sofreram decréscimos após nossas atividades experimentais.

\* Variável esperada

**Quadro 4.19: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense considerando o impacto das atividades para a terceira pergunta.**

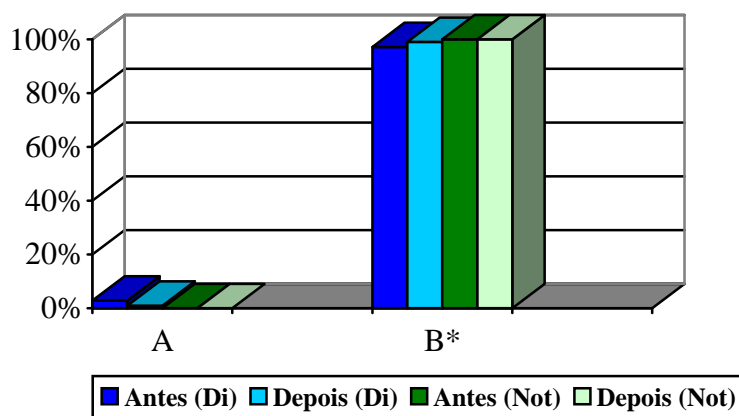
<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A - Cor amarela</i>	40	02	16	-24	<b>F</b>	01	-01	<b>F</b>
<i>B - Cor branca</i>	15	09	55	+40	<b>D</b>	01	-08	<b>F</b>
<i>C - Cor alaranjada</i>	08	02	03	-05	<b>F</b>	00	-02	<b>F</b>
<i>D - Inúmeras cores</i>	32	04	31	-01	<b>D</b>	20	+16	<b>F</b>
<i>E - Não tem cor</i>	11	05	01	-10	<b>F</b>	00	-05	<b>F</b>

**Legenda:**

- Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.
- Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.
- $\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).
- Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **turno diurno (N = 106)**.
- Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **turno noturno (N = 22)**.
- IP= Índice de impacto.
- N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.
- F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.
- D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.
- = Variável esperada.

**C - Indagação sobre o Material e Forma apropriada para uma Lente (anexo 2, p.150)**

**Gráfico 4.24: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a quarta pergunta.**

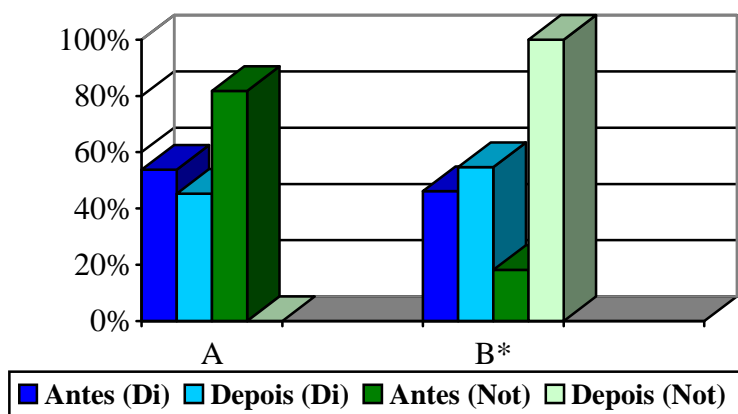


**Legenda:**

- A = de madeira
- B = de vidro\*
- Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).
- Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno (N = 22)**.

\* Variável esperada.

**Gráfico 4.25: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a quinta pergunta.**



**Legenda:**

A = plana

B = curva\*

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Observamos, após a intervenção experimental, que a variável esperada (de vidro) da quarta pergunta sofreu acréscimo (1,89%) de respostas dos alunos do turno diurno (Di) e manteve-se constante para os estudantes do noturno (Not), permanecendo com 100% das respostas. Para a variável esperada (**curva**) da quinta pergunta, houve acréscimos nas respostas de ambos os grupos: a saber, 81,82% para os estudantes do Not e 8,5% para os alunos do Di.

**Quadro 4.20: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not), considerando o impacto das atividades.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
<i>Material</i>	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A – de madeira</i>	03	00	01	-02	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>
<i>B – de vidro</i>	103	22	105	+02	<b>F</b>	22	00	<b>N</b>
<i>Forma</i>	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A – plana</i>	57	18	48	-09	<b>F</b>	00	-18	<b>F</b>
<i>B – curva</i>	49	04	58	+09	<b>F</b>	22	+18	<b>F</b>

**Legenda:**

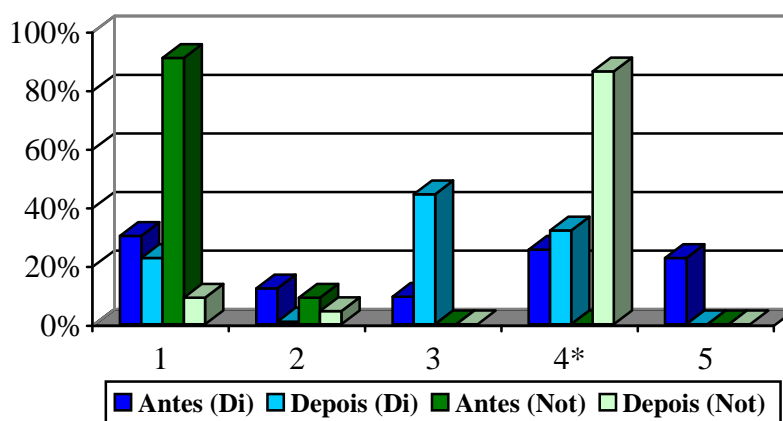
Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.



Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.  
 $\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos ( $N_f - N_i$ ).  
 Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **curso diurno** (N = 106).  
 Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **curso noturno** (N = 22).  
 IP= Índice de impacto.  
 N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.  
 F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.  
 D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.  
 ■ = Variáveis esperadas.

## D – Relação entre Tamanho da Sombra com Intensidade Luminosa (anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.26: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a sexta pergunta.**



### Legenda:

- 1 = A sombra aumenta (o dobro)
- 2 = A sombra diminui.
- 3 = Formam-se mais sombras.
- 4 = Independência do tamanho da sombra\*.
- 5 = Não respondeu.

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Uma porcentagem substancial de alunos do turno diurno (Di) e do turno noturno (Not) antes de participarem da atividade experimental acreditava na ampliação de tamanho da sombra em função de aumento da intensidade da fonte luminosa.

Após interagirem com os experimentos, observamos um aumento significativo de repostas dentro da categoria considerada correta para os alunos do Not (86,36%) e um leve acréscimo nas repostas dos alunos do Di. Entretanto, a categoria *forma-se mais sombras* esteve presente nas repostas de uma porcentagem significativa (44,33%) dos alunos do Di.

\* Categoria esperada.

**Quadro 4.21: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta.**

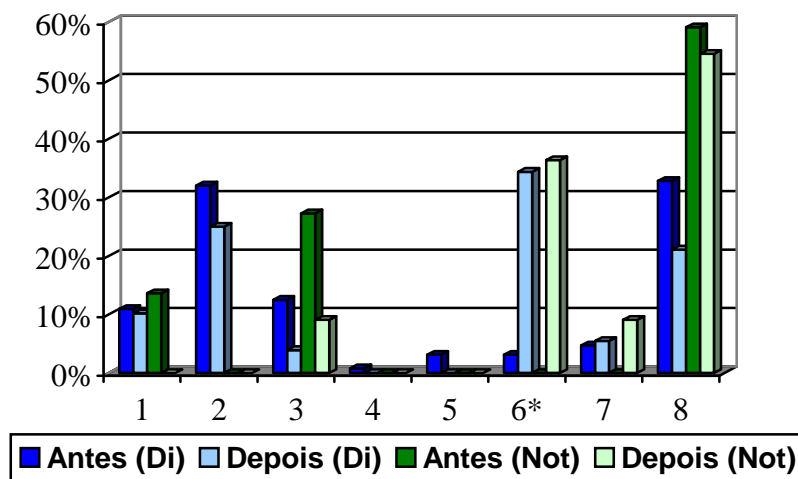
<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
			<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1- A sombra aumenta (o dobro)</b>	32	20	24	-08	<b>F</b>	02	-18	<b>F</b>
<b>2- A sombra diminui.</b>	13	02	01	-12	<b>F</b>	01	-01	<b>F</b>
<b>3 – Formam-se mais sombras.</b>	10	00	47	+37	<b>D</b>	00	00	<b>N</b>
<b>4- Independência do tamanho da sombra.</b>	27	00	34	+07	<b>F</b>	19	+19	<b>F</b>
<b>5- Não respondeu</b>	24	00	00	-24	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>

**Legenda:**

- Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.
- Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.
- $\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).
- Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **curso diurno (N = 106)**.
- Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **curso noturno (N = 22)**.
- IP= Índice de impacto.
- N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.
- F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.
- D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.
- = Categoria esperada.

**E – Indagação sobre a Propagação Retilínea da Luz (anexo 2, p.150)**

**Gráfico 4.27: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a sétima pergunta.**



**Legenda:**

- 1 = Imagem de um pontinho na segunda tela.
- 2 = Imagem de uma esfera na segunda placa.
- 3 = Raios de luz na segunda placa.
- 4 = Formará mais uma tela.
- 5 = A segunda tela ficará em branco.

6 = Imagem da chama da vela invertida\*.

7 = Imagem da chama direita.

8 = Não respondeu.

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (**N = 106**).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (**N = 22**).

Antes da intervenção, a categoria *não respondeu* prevaleceu sobre as demais em ambos os grupos de estudantes. Contudo, nos questionários de pós - intervenção, observamos que as respostas dentro da categoria esperada (**imagem da chama da vela invertida**) sofreram acréscimos substanciais entre ambos os grupos de alunos: 31,25% para os participantes do turno diurno e entre os alunos do turno noturno um acréscimo de 36%.

Vale destacar que, enquanto as demais categorias não aceitas cientificamente sofreram decréscimos, a categoria *imagem da chama direita* sofreu em leve acréscimo nas respostas.

**Quadro 4.22: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
			<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.</b>	14	03	13	-01	<b>F</b>	00	-03	<b>F</b>
<b>2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.</b>	41	00	32	-09	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>
<b>3 - Raios de luz na segunda placa.</b>	16	06	05	-11	<b>F</b>	02	-04	<b>F</b>
<b>4 - Formará mais uma tela.</b>	01	00	00	-01	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>
<b>5 - A segunda tela ficará em branco.</b>	04	00	00	-04	<b>F</b>	00	00	<b>N</b>
<b>6 - Imagem da chama da vela invertida.</b>	04	00	44	+40	<b>F</b>	08	+08	<b>F</b>
<b>7 - Imagem da chama direita.</b>	06	00	07	+01	<b>D</b>	02	+02	<b>D</b>
<b>8 - Não respondeu.</b>	42	13	27	-15	<b>F</b>	12	-01	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf= Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **curso diurno** (**N = 106**).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **curso noturno** (**N = 22**).

IP= Índice de impacto.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

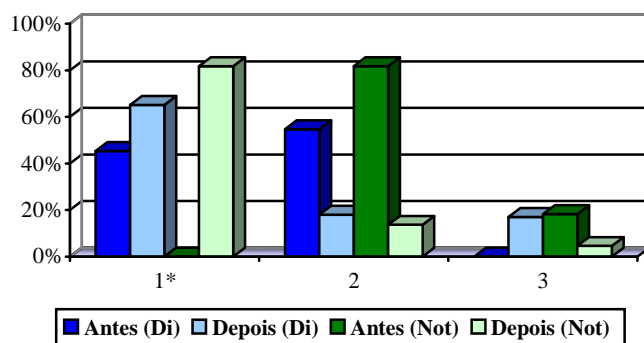
D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Categoria esperada.

\* Categoria esperada.

## F – Indagação sobre Reflexão da Luz (anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.28: Distribuição das respostas dos alunos do turno diurno em relação aos alunos do turno noturno da Baixada Fluminense para a oitava pergunta.**



### Legenda:

1 = Sim\*

2 = Não

3 = Não respondeu

Di = Alunos da rede municipal e estadual de ensino da Baixada Fluminense do Ensino Fundamental regular (**turno diurno**) que participaram da pesquisa (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) que participaram da pesquisa - **turno noturno** (N = 22).

Observamos resultados favoráveis após a intervenção para os alunos tanto dos turnos diurnos como dos turnos noturnos, pois houve um substancial acréscimo de respostas dentro da categoria **sim**. Vale destacar que, após a intervenção, houve um aumento na porcentagem de alunos dos cursos diurnos que deixaram de responder.

**Quadro 4.23: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos do turno diurno (Di) e alunos do curso noturno (Not) da Baixada Fluminense, considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>Diurno (Di)</i>			<i>Noturno (Not)</i>		
	<i>Di</i>	<i>Not</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1 – Sim</b>	48	00	69	+21	<b>F</b>	18	+18	<b>F</b>
<b>2 – Não</b>	58	18	19	-39	<b>F</b>	03	-15	<b>F</b>
<b>3 – Não respondeu.</b>	00	04	18	-18	<b>F</b>	01	-03	<b>F</b>

### Legenda:

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

Di = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense - **curso diurno** (N = 106).

Not = Alunos da rede municipal da Baixada Fluminense (EJA) - **curso noturno** (N = 22).

IP= Índice de impacto.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = Categoria esperada.

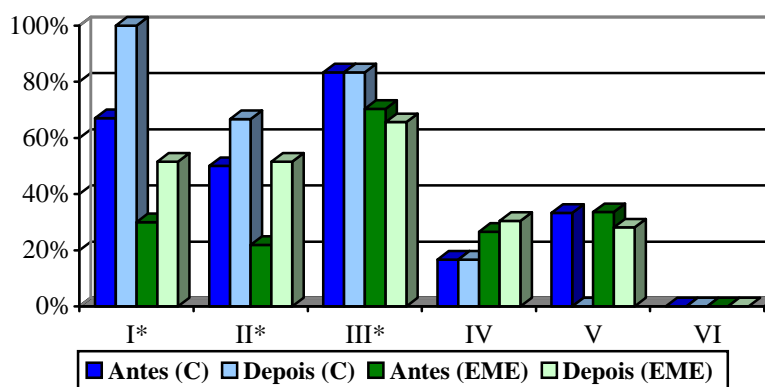
\* Resposta esperada.

#### 4.3.2.3.D – Comparação entre Estudantes das Escolas Municipais e Estaduais da Baixada Fluminense (EME) e Alunos do CefeteQ (C).

##### A - Efeitos das Lentes Côncavas e Convexas (anexo 2, p.150)

##### A.1) Lente com “barriga”.

**Gráfico 4.29: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para as variáveis da “Lente com Barriga”.**



**Legenda:**

I = Concentra\*;

II = Inverte\*;

III = Aumenta\*;

IV = Diminui;

V = Espalha,

VI = Não respondeu.

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CefeteQ) que participaram da pesquisa (N = 06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

As respostas desses grupos (alunos do CefeteQ e das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense) aos questionários de pré e pós-intervenção experimental (gráfico 4.29) nos revelaram um acréscimo significativo de escolhas a favor da variável I (concentra), a saber, 33% para o grupo do CefeteQ (C), com 100% de acerto após a intervenção e 21,56% para o grupo de alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME). A segunda variável (inverte) esperada, sofreu acréscimos de 16,66% para os alunos do C e 29,69% para os alunos das EME. Vale ressaltar que, antes da intervenção, 50% dos estudantes do C haviam acertado a pergunta em contraposição aos alunos das EME com 21,87% de respostas corretas.

A variável esperada III (aumenta) obteve uma porcentagem de respostas inalterada nos questionários de pré e pós-intervenção para do C (83,33%), ao passo que no questionário de

\* Variável esperada.

pós, sofreu um decréscimo nas respostas dos entrevistados das EME. Para a variável IV (diminui), a porcentagem de respostas dos alunos do C permaneceu constante (16,66%), mas sofreu um acréscimo de 3,9% nas respostas dos alunos das EME.

Ao analisarmos as respostas para a variável V (espalha), verificamos resultados significativos para os alunos do C, com um decréscimo de 33,33% e, após a intervenção, nenhum aluno a considerou correta (0%) e, para os alunos das EME, observamos um leve decréscimo (5,47%) nas respostas.

**Quadro 4.24: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para o item “lente com “barriga””.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>I – Concentra</i>	04	38	06	+02	<b>F</b>	66	+28	<b>F</b>
<i>II – Inverte</i>	03	28	04	+01	<b>F</b>	66	+38	<b>F</b>
<i>III – Aumenta</i>	05	90	05	00	<b>N</b>	84	-06	<b>D</b>
<i>IV – Diminui</i>	01	34	01	00	<b>N</b>	39	+05	<b>D</b>
<i>V – Espalha</i>	02	43	00	-02	<b>F</b>	36	-07	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C =Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

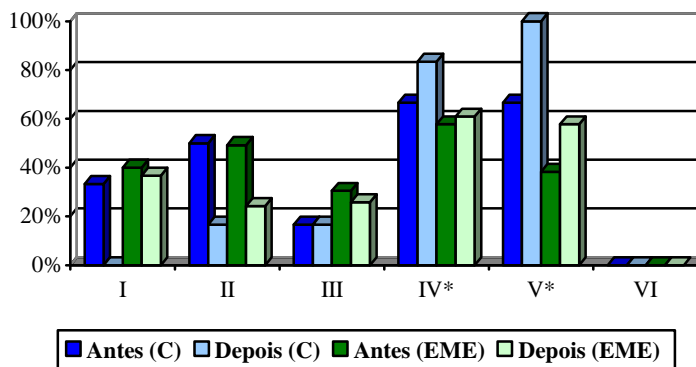
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variáveis esperadas.

## A.2) “Lente com “cavidade””.

**Gráfico 4.30: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para as variáveis da “Lente com Cavidade”.**



### Legenda:

I = Concentra;

II = Inverte;

III = Aumenta;

IV = Diminui\*;

V = Espalha\*;

VI = Não respondeu.

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

Os questionários mostram para a variável I (concentra) uma significativa diferença nas respostas do grupo C e do grupo EME após nossa intervenção (gráfico 4.30), pois houve um decréscimo de 33% para o grupo C e apenas 3,29% para os alunos de EME.

Para a variável II (inverte), o decréscimo foi de 33,34% para o grupo de C e de 25% para os estudantes de EME, já a variável III (aumenta), a atividade experimental não influenciou as respostas dos alunos do C, pois permaneceram com a porcentagem inalterada no antes e depois. Em contraposição, houve um leve decréscimo (4,68%) nas respostas dos alunos de EME.

A variável esperada IV (diminui) sofreu acréscimo em ambos os grupos, ressaltando o acréscimo maior para o grupo C com 16,67% contra 3,12% dos alunos das EME. Também notamos um sensível aumento nas respostas para a variável esperada V (espalha) em ambos os grupos, onde o acréscimo foi de 33,34% para os alunos de C e de 19,53% para os estudantes de EME.

\* Variável esperada.

**Quadro 4.25: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para o item “lente com “cavidade””.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>I – Concentra</i>	02	51	00	-02	<b>F</b>	47	-04	<b>F</b>
<i>II – Inverte</i>	03	63	01	-02	<b>F</b>	31	-32	<b>F</b>
<i>III – Aumenta</i>	01	39	01	00	<b>N</b>	33	-06	<b>F</b>
<i>IV – Diminui</i>	04	74	05	+01	<b>F</b>	78	+04	<b>F</b>
<i>V – Espalha</i>	04	49	06	+02	<b>F</b>	74	+25	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C =Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N= 06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

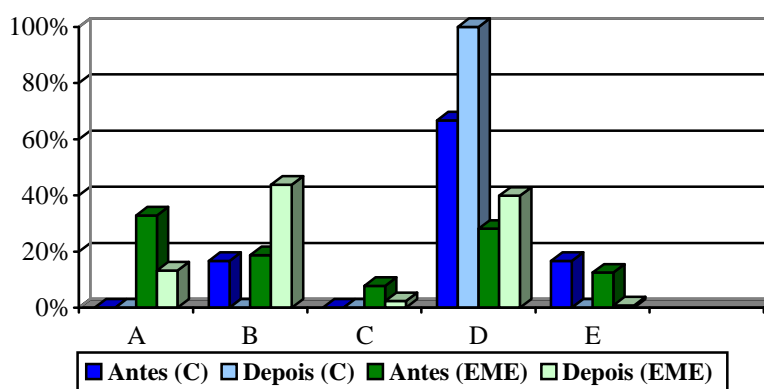
N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

■ = variáveis esperadas.

**B - Terceira Pergunta do Questionário (anexo 2, p.150)**

**Gráfico 4.31: Distribuição das respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense em relação aos alunos do CefeteQ para a terceira pergunta.**



**Legenda:**

A= Cor amarela

B= Cor branca

C= Cor alaranjada

D= Inúmeras cores\*

E= Não tem cor

\* Variável esperada



C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

Os resultados nos mostram (gráfico 4.31) que a atividade experimental trouxe melhores resultados para os alunos do C, onde o acréscimo de respostas para a variável D (inúmeras cores) foi maior (33,32%) do que para o grupo EME (11,73%). Vale ressaltar que prevaleceu para os alunos das EME que a luz visível do sol é formada pela cor branca (conceito equivocado).

**Quadro 4.26: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para terceira pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>A - Cor amarela</b>	00	42	00	00	<b>N</b>	17	-25	<b>F</b>
<b>B - Cor branca</b>	01	24	00	-01	<b>F</b>	56	+32	<b>D</b>
<b>C - Cor alaranjada</b>	00	10	00	00	<b>N</b>	03	-07	<b>F</b>
<b>D - Inúmeras cores</b>	04	36	06	+02	<b>F</b>	51	+15	<b>F</b>
<b>E - Não tem cor</b>	01	16	00	-01	<b>F</b>	01	+15	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = Variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C =Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

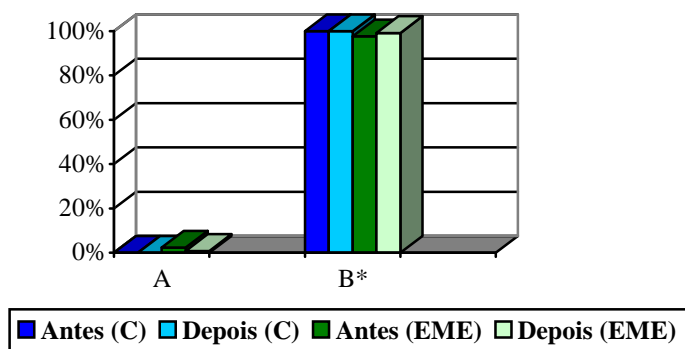
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variável esperada.

## C - Indagação sobre o Material e Forma apropriada para uma Lente (anexo 2, p.150)

**Gráfico 4.32: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a quarta pergunta.**



**Legenda:**

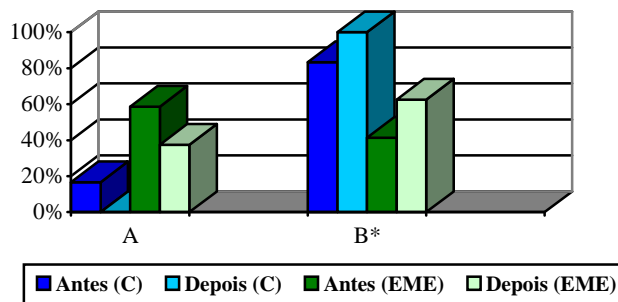
A = de madeira

B = de vidro\*

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

**Gráfico 4.33: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a quinta pergunta.**



**Legenda:**

A = plana

B = curva\*

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

Podemos observar que a variável esperada **de vidro** manteve-se constante (gráfico 4.32) nas respostas dos alunos do C (100%), mas sofreu um leve acréscimo para os estudantes

\* Variável esperada.

das EME no questionário de pós-intervenção, com a ressalva de que a porcentagem inicial para os alunos das EME era bastante significativa (97,65%).

A segunda variável esperada **curva** (gráfico 4.33), sofreu acréscimo nas respostas de ambos os grupos escolares, 16,66% para os alunos do C e 21,10% para os alunos das EME.

**Quadro 4.27: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para quarta e quinta pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Variável</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
<i>Material</i>	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>A – de madeira</i>	00	03	00	00	<b>N</b>	01	-02	<b>F</b>
<i>B – de vidro</i>	06	125	06	00	<b>N</b>	127	+02	<b>F</b>
<i>Forma</i>								
<i>A – plana</i>	01	75	00	-01	<b>F</b>	48	-27	<b>F</b>
<i>B – curva</i>	05	53	06	+01	<b>F</b>	80	+27	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C =Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

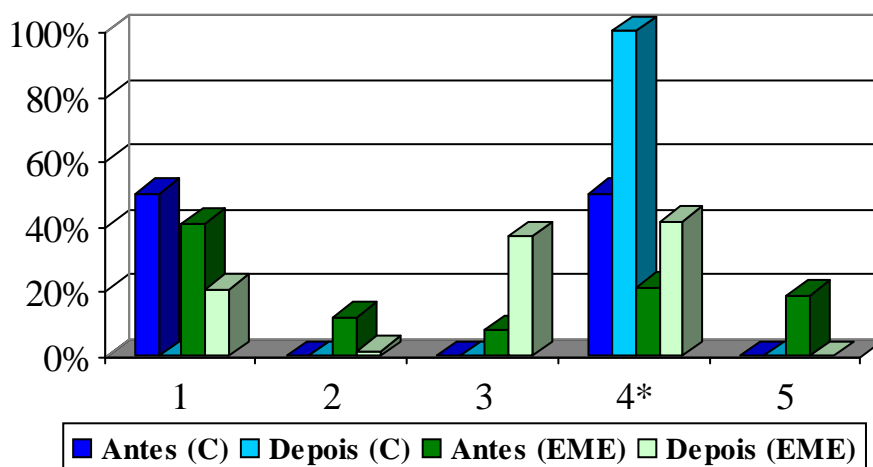
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variáveis esperadas.

## D – Relação entre Tamanho da Sombra com Intensidade Luminosa (anexo 2, p.150).

**Gráfico 4.34: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a sexta pergunta.**



### Legenda:

1 = A sombra aumenta (o dobro)

2 = A sombra diminui.

3 = Formam-se mais sombras.

4 = Independência do tamanho da sombra\*.

5 = Não respondeu.

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CefeteQ) que participaram da pesquisa (N = 61).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

Observamos, a partir das concepções espontâneas dos estudantes expressadas nesta sexta pergunta ao questionário prévio, um elevado número de alunos que associam o aumento da intensidade luminosa com a ampliação da sombra, em ambos os grupos entrevistados (gráfico 4.34). Após a interação com os experimentos, essa pré-concepção sofreu um substancial decréscimo e grande parte dos estudantes percebeu que a sombra permanece inalterada.

Contudo o gráfico 4.34 revelou que, após nossa intervenção, muitos alunos das EME associaram o aumento da intensidade do foco de luz com a quantidade de sombras, no qual houve um acréscimo de 28,87%.

\* Categoria esperada.

**Quadro 4.28: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para sexta pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1- A sombra aumenta (o dobro)</b>	03	52	00	-03	<b>F</b>	26	-26	<b>F</b>
<b>2- A sombra diminui.</b>	00	15	00	00	<b>N</b>	02	-13	<b>F</b>
<b>3 - Formam-se mais sombras.</b>	00	10	00	00	<b>N</b>	47	+37	<b>D</b>
<b>4- Independência do tamanho da sombra.</b>	03	27	06	+03	<b>F</b>	53	+26	<b>F</b>
<b>5- Não respondeu</b>	00	24	00	00	<b>N</b>	00	-24	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C = Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP = Índice de impacto.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

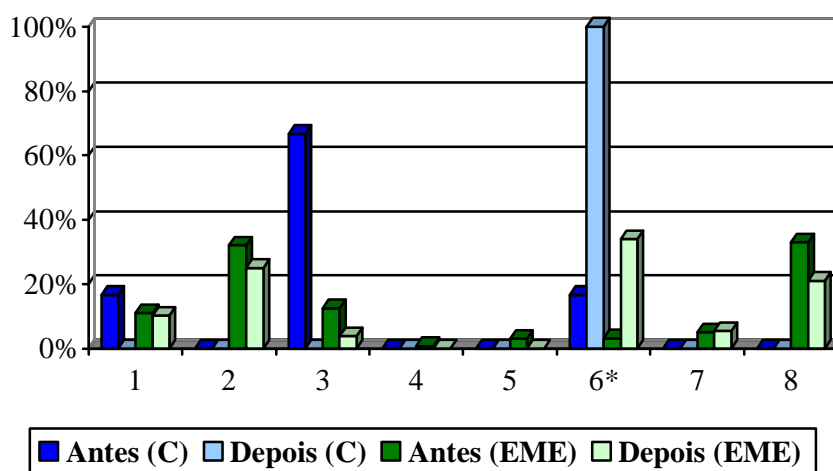
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variável esperada.

**E – Indagação sobre a Propagação Retilínea da Luz**

**Gráfico 4.35: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C), considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta.**



**Legenda:**

1 = Imagem de um pontinho na segunda tela.

2 = Imagem de uma esfera na segunda placa.

3 = Raios de luz na segunda placa.

4 = Formará mais uma tela.

5 = A segunda tela ficará em branco.

6 = Imagem da chama da vela invertida\*.

7 = Imagem da chama direita.

8 = Não respondeu.

C = Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CefeteQ) que participaram da pesquisa (N = 06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

As concepções alternativas apresentadas por meio de desenhos pelos alunos do C antes da intervenção apresentaram em sua maioria (66,66%) raios de luz atravessando a placa com o orifício e caminhando em direção a segunda placa. Uma porcentagem significativa dos alunos das EME (32,03%) acreditava que ao *atravessar a placa com o orifício apareceria na segunda placa a imagem de uma esfera*, enquanto outros se limitam a desenhar um círculo iluminado, omitindo a lâmpada. Também averiguamos desenhos de feixes de luz divergindo ao atravessar o orifício da primeira placa, ou vários feixes em paralelo que se convergem ao incidir na fenda e, em seguida, continuam em paralelo sem formar imagem alguma no anteparo. Vale ressaltar que 33% desses alunos não responderam.

Após participarem das atividades experimentais obtivemos desenhos de percursos aceitáveis (**a partir da propagação retilínea da luz, forma-se no anteparo a imagem da vela ou da chama da vela invertida**), onde 100% dos estudantes de C responderam dentro da categoria esperada, bem como houve um significativo acréscimo (30,88%) para os estudantes das EME.

**Quadro 4.29: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a sétima pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>C</i>			<i>EME</i>		
			<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<i>1 - Imagem de um pontinho na segunda tela.</i>	01	14	00	-01	<b>F</b>	13	-01	<b>F</b>
<i>2 - Imagem de uma esfera na segunda placa.</i>	00	41	00	00	<b>N</b>	32	-09	<b>F</b>
<i>3 - Raios de luz na segunda placa.</i>	04	16	00	00	<b>N</b>	05	-11	<b>F</b>
<i>4 - Formará mais uma tela.</i>	00	01	00	00	<b>N</b>	00	-01	<b>F</b>
<i>5 - A segunda tela ficará em branco.</i>	00	04	00	00	<b>N</b>	00	-04	<b>F</b>
<i>6 - Imagem da chama da vela invertida.</i>	01	04	06	+05	<b>F</b>	44	+40	<b>F</b>
<i>7 - Imagem da chama direita.</i>	00	06	00	00	<b>N</b>	07	+01	<b>D</b>
<i>8 - Não respondeu.</i>	00	42	00	00	<b>N</b>	27	-15	<b>F</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf= Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

\* Categoria esperada.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos ( $N_f - N_i$ ).

C = Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

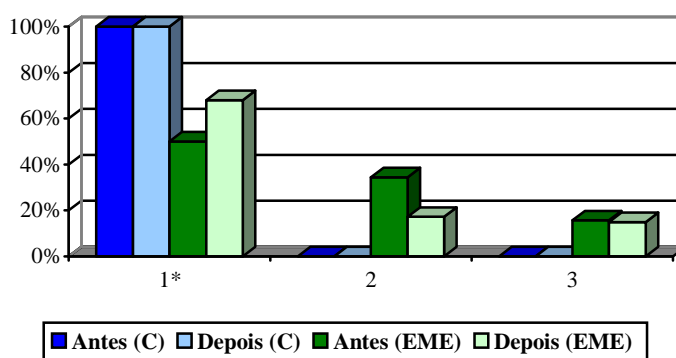
F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variável esperada.

## F – Indagação sobre Reflexão da Luz

**Gráfico 4.36: Dinâmica de mudança nas repostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C), considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta.**



### Legenda:

1 - Sim\*

2 - Não

3 - Não respondeu

C - Alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CefeteQ) que participaram da pesquisa (N = 61).

EME - Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N = 128).

Não houve variação nas repostas dos alunos do grupo C na pós-intervenção, mantendo-se com 100% das repostas para a categoria esperada **sim**, pois no pré questionário 100% das repostas estavam corretas. No grupo dos alunos das EME, houve um acréscimo na categoria **sim** de 18% .

\* Categoria esperada.

**Quadro 4.30: Dinâmica de mudança nas respostas dos alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense (EME) e alunos do CefeteQ (C) considerando o impacto das atividades para a oitava pergunta.**

<i>Avaliação do Impacto da Atividade</i>								
<i>Categoria</i>	<i>Condições Iniciais (Ni)</i>		<i>Condições Finais</i>					
			<i>CefeteQ (C)</i>			<i>Escolas Municipais e Estaduais (EME)</i>		
	<i>C</i>	<i>EME</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>	<i>Nf</i>	$\Delta N$	<i>IP</i>
<b>1 – Sim</b>	06	48	06	00	<b>N</b>	87	+39	<b>F</b>
<b>2 – Não</b>	00	76	00	00	<b>N</b>	22	-54	<b>F</b>
<b>3 – Não respondeu.</b>	00	04	00	00	<b>N</b>	19	+15	<b>D</b>

**Legenda:**

Ni= Quantidade de alunos que considerava a variável correta antes da intervenção.

Nf = Quantidade de alunos que considerava a variável correta após a intervenção.

$\Delta N$  = variação da quantidade de alunos (Nf – Ni).

C = Estudantes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis que participaram da pesquisa (N=06).

EME = Alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa (N=128).

IP= Índice de impacto.

D = Impacto desfavorável após a interação com os aparatos experimentais.

F = Impacto favorável após a interação com os aparatos experimentais.

N = Impacto neutro, não houve alteração nas repostas após nossa intervenção experimental.

■ = variável esperada.

#### **4.3.2.4- Análise das Respostas de Pós-Intervenção Experimental para as Perguntas Nove e Dez do Questionário.**

As perguntas nove e dez só entraram no questionário de pós-intervenção (ver anexo 2) ambas são de cunho pessoal, no qual não objetivamos investigar concepções prévias, bem como as possíveis modificações após os estudantes interagirem com os experimentos. Entretanto, buscamos verificar os aspectos lúdicos e a relevância desses aparatos experimentais para cada estudante. Neste momento, não apresentaremos uma análise comparativa entre as instituições, mas faremos uma discussão geral das respostas oferecidas por cada grupo de estudantes.

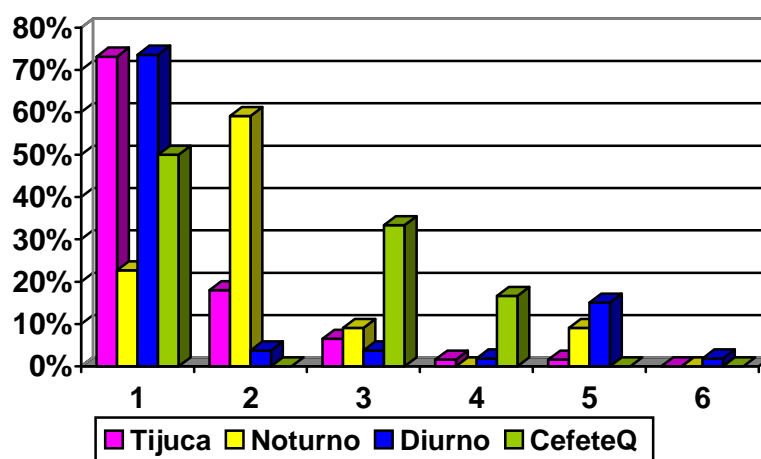
#### **A – Indagação sobre o Interesse dos Participantes em Pesquisar na Área de Óptica**

A nona pergunta foi: **Após conhecer esses experimentos de Óptica, você pretende pesquisar algum assunto referente a esse tema?**

Dentre as diversas respostas advindas dos alunos, apresentaremos as categorias no quadro abaixo, com as frequências absolutas e por meio de gráficos apresentando porcentagem de cada categoria.



**Gráfico 4.37: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a nona pergunta do questionário.**



**Legenda:**

- 1 - Sim. Porque me interessei pelo assunto.
- 2 - Sim. Achei interessante todos os experimentos.
- 3 - Sim. Quero saber mais.
- 4 - Sim. Quero ser cientista e/ou professor de Ciências.
- 5 - Não
- 6 - Não respondeu.

Observamos uma porcentagem substancial de alunos em todas as instituições de ensino, no qual realizamos a pesquisa, que responderam ter pretensões de buscar mais informações sobre o tema Óptica e, dentre as justificativas, destaca-se a categoria 1 (**Sim. Porque me interessei pelo assunto**). A categoria 4 (representa vocação para a ciência) esteve mais presente nas falas dos estudantes do CefeteQ.

**B – Investigação sobre Aceitação dos Diferentes Aparatos Experimentais**

Elaboramos a décima pergunta do questionário com o propósito de averiguar quais dos aparatos experimentais mais lhes atraíram a atenção. Solicitamos aos entrevistados que respondessem o porquê da preferência, contudo poucos alunos nos deram justificativas. Apresentaremos abaixo algumas respostas:

**Marcus\***: “Eu gostei daquela bola que tem um monte de cores e quando ela gira rápido todas as cores ficam branca”.

**Janete\***: “Gostei de todos, porque foram coisas novas e interessantes que eu não sabia”.

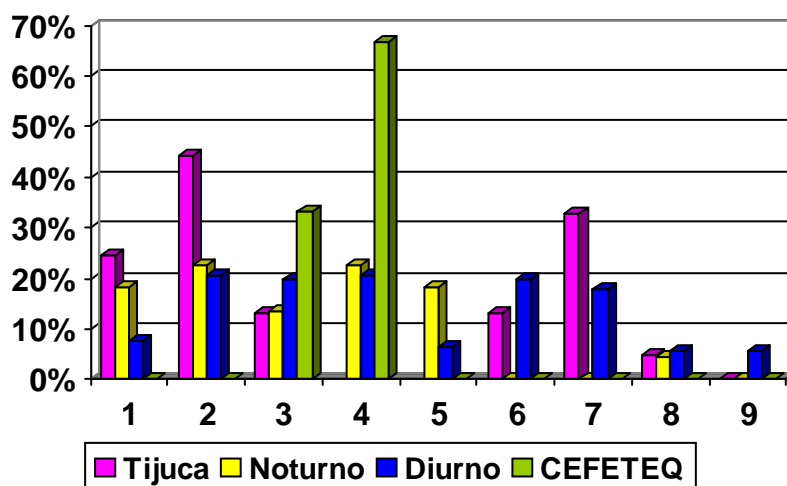
**Camila\***: “Câmera Fotográfica, porque eu achei legal me interessei”.

---

\* Nomes fictícios.

Dentre esse grupo de respostas, caracterizamos de acordo com o nome de cada experimento, ao passo que nos alunos que não gostaram de nenhum dos aparatos, inserimos na categoria nenhum.

**Gráfico 4.38: Distribuição das respostas dos participantes da pesquisa para a nona pergunta do questionário.**



**Legenda:**

- 1 - “Sombras Coloridas”
- 2 - “Filtros Coloridos”
- 3 - “Construindo o Arco – Íris”
- 4 - “Disco de Newton”
- 5 - “Máquina Fotográfica” (câmara escura)
- 6 - “Formando Imagens”
- 7 - Oficina de Lentes
- 8- Todos os experimentos
- 9- Nenhum

A partir das respostas dos alunos ao questionário, observamos que os aparatos experimentais que mais chamaram a atenção dos entrevistados foram “Disco de Newton” e “Filtros Coloridos”. Notamos também que um número reduzido de alunos não respondeu e apenas um estudante não gostou de nenhum aparato experimental, o que representou um impacto favorável das atividades experimentais.

Os experimentos “Máquina Fotográfica” e “Disco de Newton” por não fazerem parte do acervo do Espaço Ciência Viva não estiveram nas possíveis escolhas dos alunos da Tijuca. Cabe ressaltar que ao responder o questionário, alguns alunos escolheram mais de um aparato experimental como preferência.

### 4.3.3 – Segunda Etapa: Entrevista Semi-Estruturada

As entrevistas transcorreram após os estudantes responderem aos questionários e em dois momentos, antes de interagirem com os aparatos experimentais e após essa interação. Para facilitar a compreensão das perguntas feita pela pesquisadora, a entrevista com os estudantes ocorreu em uma sala separada do restante do grupo com no máximo cinco alunos por vez.

Elaboramos duas perguntas com o objetivo de levantar informações sobre a linguagem desses estudantes, bem como a verificação do impacto da atividade experimental por meio das possíveis mudanças de respostas. Vale ressaltar que, assim como os questionários, as entrevistas de pós – intervenção ocorreram em um mesmo dia em cada instituição.

Nesta etapa, não houve por nossa parte a preocupação em sistematizar e categorizar as respostas, apenas destacaremos algumas respostas de cada grupo escolar (escolas municipais da Tijuca, escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense), a fim de conhecermos as idéias e concepções prévias dos entrevistados. Entrevistamos um total de 167 estudantes. Vale destacar que, alguns dos nossos monitores do CefeteQ são menores de idade, tínhamos um horário específico para retornarmos à escola (CefeteQ) e, portanto foi reduzido o tempo de atividade com os estudantes do turno noturno, sendo assim retiramos a entrevista semi-estruturada.

Por ser uma entrevista em grupo, deixamos que as várias falas dos colegas mediassem percepções diferenciadas e criassem necessidades de sistematização num encaminhamento para uma produção mais coletiva do conhecimento. Iniciamos as entrevistas sempre com a nossa fala (pesquisadora) e, em seguida, ouvimos as diferentes respostas.

Para o conjunto de falas de cada grupo escolar, evitaremos relatar depoimentos repetidos, ou seja, que já tenham sido revelados por outros alunos. Ressaltamos que, com o objetivo de preservar a identidade dos estudantes, todos os nomes são fictícios.

**Entrevistadora:** “Imagine que durante o dia você foi ao *shopping* e comprou uma calça azul e uma blusa branca para usar em uma festa à noite. Ao chegar à festa, observa que toda iluminação é vermelha. Ao olhar para sua roupa (calça e blusa), que cores você verá?”

## • RESPOSTAS ANTES DA INTERVENÇÃO:

### A) Alunos da Tijuca

**Luciana:** “A blusa fica rosa e a calça fica roxa”.

**João:** “A calça, eu acho, que continua azul, a blusa fica rosa”.

**Maurício:** “A blusa fica rosa e a calça continua azul”.

### B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.

**Leonardo:** “A blusa e a calça ficarão vermelhas”.

**Janaina:** “Bom, a calça ficará roxa e a blusa, eu acho que ficará rosa”.

**Carlos:** “A blusa fica rosa e a calça fica preta”.

**Alessandra:** “A blusa ficará cor-de-abóbora e a calça roxa”.

**Entrevistadora:** “Você acha que as cores dependem da luz incidente?”

### A) Alunos da Tijuca

**Tiago:** “Sim, eu acho que depende”.

**Laura:** “Não, cada cor tem sua cor”.

**Lílian:** “Sim. Eu vi em um filme um cara que estava revelando fotos e nesse lugar só tinha luz vermelha e a blusa dele que era branca, nesse lugar ficou rosa”.

### B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.

**Bruno:** “Sim, depende sim”.

**Laila:** “Eu acho que não”.

Nesse conjunto de respostas, notamos que os estudantes que se manifestaram não expressaram a resposta esperada (a blusa ficaria vermelha, pois o branco reflete todas as cores e a calça ficaria preta, pois o vermelho foi absorvido) para a primeira pergunta, não esperávamos que eles falassem sobre a reflexão ou absorção da luz por nunca terem tido contato com esses assuntos, mas procuramos indagar suas idéias prévias. Com a segunda pergunta, buscamos complementar a primeira, entretanto poucos responderam. Os que não responderam justificavam a falta de conhecimento sobre o assunto.

Vale ressaltar que, de acordo com alguns autores, as idéias sobre cor, como qualidade própria de cada corpo ou associada a uma luz, costumam ser problemáticas para os alunos, certamente por falta de vivências diante da iluminação de objetos com luz diferente da branca (Hierrezuelo e Montero, 1989; Lahera e Forteza, 2006).

Também percebemos que no momento em que esses estudantes nos davam seus depoimentos e tentávamos indagar o porquê dessas opiniões, eles não conseguiam nos dar justificativa alguma.

**Entrevistadora:** “Como você explica o aparecimento do arco-íris na natureza?”

#### **A) Alunos da Tijuca**

**Raquel:** “Aparece quando a luz do sol se mistura”.

**Lucia:** “A água salgada evapora e forma o arco-íris”.

**Daniele:** “É um conjunto de cor que se forma através da chuva”.

**Ivan:** “Quando chove, o sol abre e reflete alguma coisa”.

**Daniel:** “A luz reflete na água e forma todas as cores”.

**Helena:** “Quando chove, a água evapora, então o sol bate e forma as cores”.

**Suelem:** “Lá no cantinho... no final do mundo a luz vai se transformando e forma o arco-íris”.

**Milton:** “É quando chove! A luz bate na água e reflete todas as cores”.

#### **B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.**

**Débora:** “A luz do sol bate na água e forma o arco-íris”.

**Vanessa:** “Ele aparece porque a água da chuva faz uma fusão”.

**Roberta:** “O arco-íris é bíblico, é um pacto com Deus”.

**Lucas:** “O arco-íris vem para secar a água da chuva”.

**Jacqueline:** “Ele aparece porque os raios ultravioletas batem na água e sobe o arco-íris”

**Laila:** “Depois que chove, faz sol, eu acho que é por isso que tem arco-íris”.

**Bruno:** “O sol bate na água e reflete todas as cores”.

Os depoimentos revelam que a possibilidade de aparecer o arco-íris está ligada a presença do sol e da chuva, ou ao fenômeno da reflexão da luz do sol na água, entre outras justificativas. Não há resposta a partir da concepção de *mudança de direção da luz solar ao incidir nas gotículas de água, e que ao atravessá-la se decompõe em inúmeras cores*. Portanto, consideramos todas as respostas incompletas ou não válidas.

Vale ressaltar que não esperávamos ouvir dos estudantes justificativas que abarcassem conceitos mais elaborados como o da refração<sup>22</sup> da luz, por nunca terem tido um contato formal como esse assunto.

### • RESPOSTAS APÓS A INTERVENÇÃO:

Notamos após a intervenção que um número maior de alunos externou suas opiniões durante as entrevistas, aparentando estar mais desinibidos. Observamos esse padrão de comportamento em todos os grupos escolares, nos quais entrevistamos.

Foi possível perceber que os depoimentos sofreram modificações pelos significados compartilhados e os questionamentos trazidos com as novas informações que foram socializadas. Observamos que a lembrança de um complementou a resposta do outro. Vejamos a seguir as concepções dos participantes após interagirem com os aparatos experimentais e as falas apresentadas são referentes às dos mesmos alunos citados anteriormente.

**Entrevistadora:** “Imaginem que durante o dia você foi ao *shopping* e comprou uma calça azul e uma blusa branca para usar em uma festa à noite. Ao chegar à festa observa que toda iluminação é vermelha. Ao olhar para sua roupa (calça e blusa), que cores você verá?”

#### A) Alunos da Tijuca

**Luciana:** “A blusa fica avermelhada e a calça fica roxa”.

**João:** “A calça ficará preta, por causa da ausência de cor e a blusa fica vermelha”.

**Maurício:** “A calça fica preta e a blusa fica rosa”.

#### B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.

**Leonardo:** “A blusa ficará rosa e a calça roxa”.

**Janaina:** “A blusa fica rosa e a calça azul”.

**Carlos:** “A blusa fica vermelha e a calça fica preta”.

**Alessandra:** “A blusa fica rosa e a calça preta. Eu acho que as cores mudaram de cor por causa da luz”.

As respostas dos estudantes para essa pergunta nos mostraram que alguns alunos ainda tinham dúvidas sobre essa questão, entretanto grande parte respondeu corretamente. Dentre as

---

<sup>22</sup> A refração ocorre quando os raios luminosos ao atravessarem a superfície de separação de dois meios transparentes, (como por exemplo, ar e água), sofrem desvio nas suas direções originais de propagação.

respostas, um aluno associou o preto com a ausência de cor. Notamos nos dois grupos de estudantes que afirmavam que a calça ficaria roxa, outros disseram que a blusa ficaria rosa.

Pudemos observar ao longo das falas dos alunos que a resposta de um colega fazia o outro refletir sobre o aparato experimental gerando conversas paralelas e esse aluno, ao retomar a fala, expressava uma nova opinião, sendo esta correta.

**Entrevistadora:** “Você acha que as cores dependem da luz incidente?”

#### **A) Alunos da Tijuca**

**Tiago:** “Sim, lá na sala da cores eu vi a cor da luz mudar as cores que estavam nos quadradinhos”.

**Laura:** “Sim, eu acho que muda”.

**Lílian:** “Muda sim”.

#### **B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.**

**Bruno:** “Sim, agora eu sei que depende, a cor da minha blusa foi mudada por causa da luz da lâmpada”.

**Laila:** “Sim, agora eu sei que depende, a cor da minha blusa foi mudada por causa da luz da lâmpada”.

Nessa pergunta a resposta **sim** foi unânime entre os alunos entrevistados. Alguns completaram suas respostas retomando as experiências vivenciadas durante suas interações com os aparatos experimentais, enquanto outros responderam apenas sim, expressando convicção.

**Entrevistadora:** “Como você explica o aparecimento do arco-íris na natureza?”

#### **A) Alunos da Tijuca**

**Raquel:** “A luz do sol entra nas gotas de água, muda de direção e forma o arco-íris. A gente vê o arco-íris grande por causa da distância entre as gotas e ele, quanto mais distante das gotas maior ele fica”.

**Lúcia:** “A luz bate na água e se desvia, depois de se desviar se divide em muitas cores, formando o arco-íris”.

**Daniele:** “Quando chove e faz sol, a luz do sol entra nessas gotas e muda de posição, a luz assim que sai se divide em muitas cores”.

**Helena:** “A luz bate na água e a luz do sol se desvia e aí se divide em todas as cores”.

**Suelem:** “A luz do sol bate nos pingos d’água depois da chuva e forma todas as cores”.

**Milton:** “A luz bate nas gotas após a chuva e forma o arco-íris”.

#### **B) Alunos das escolas estaduais e municipais do turno diurno da Baixada Fluminense.**

**Débora:** “Quando acaba de chover e aparece o sol, as gotas da chuva é como se fosse o prisma e a luz bate e ao sair das gotas de chuva aparece o arco-íris”.

**Vanessa:** “Quando chove as gotas da água se comportam como milhões de prismas, como aquele que nós vimos na experiência e a luz ao incidir nos prismas se decompõe”.

**Roberta:** “Eu acho que a luz entra no prisma e sai virando o arco-íris”.

**Lucas:** “A luz é desviada pela água, a água é o meio transparente e esse meio desvia a luz formando o arco-íris”.

**Jacqueline:** “Quando chove e faz sol aparece o arco-íris”.

**Laila:** “A luz do sol entra nos pingos d’água e ao sair forma o arco-íris”.

**Bruno:** “A luz do sol passa pelas gotas da água e então reflete as cores no céu, essas cores são o arco-íris”.

Ao avaliarmos esses últimos depoimentos, percebemos que alguns alunos avançaram mais no sentido da compreensão das condições que provocam o arco-íris por meio de argumentos mais elaborados. Alguns alunos buscavam explicar suas respostas, enquanto outros não, desta forma, ao encerrarem seus depoimentos, intervimos perguntado o porquê de suas falas ou afirmações, assim eles complementavam suas respostas.

Também observamos que as falas dos estudantes que não propiciavam nenhum avanço aparente na explicação do aparecimento do arco-íris representavam um indício da sua participação nos raciocínios que estavam sendo compartilhados pelo conjunto de alunos e entrevistador.

#### **4.3.4 – Terceira Etapa: Lembrança Estimulada**

Nesta etapa, retornamos quatro meses após nossa intervenção com o módulo experimental a uma das escolas na qual estivemos presentes, a saber: Escola Municipal Scintilla Exel. Utilizando-nos da ferramenta metodológica lembrança estimulada (LE) com o intuito de investigar o impacto e as informações mais relevantes de nossas atividades em longo prazo para esses alunos. A escolha dessa escola se deu aleatoriamente.



Convidamos para participar das atividades os estudantes interessados e como eles estavam em período de prova, convocamos apenas dez alunos. Vale ressaltar que todos os estudantes que participaram da pesquisa não se inibiram em função da filmadora, todos relataram suas lembranças com muita espontaneidade.

Durante a atividade, mostramos individualmente fotografias (figuras 4.40 a 4.45) de cada aparato experimental que eles interagiram. Neste momento, a entrevista facultou ao aluno a possibilidade de expressarem, livre e individualmente as possíveis explicações para os fenômenos discutidos em cada aparato experimental, ou lembranças sobre o funcionamento dos aparatos experimentais. Os trechos das falas dos estudantes relatam os resultados dessa atividade, os nomes que acompanham as falas são fictícios.

**a) Fotografia do Aparato Experimental “Filtros Coloridos” (figura 4.40).**

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”

**1- Janáina:** “Esse aqui foi aquele que a gente colocou os óculos e foi vendo as cores mudarem. Se a gente colocar os óculos vermelhos, a gente vê tudo em vermelho ou preto”.

**2 - Tatiana:** “Dependendo dos óculos que a gente pega, aparece o corpo dos bailarinos com carne e com os outros óculos aparece só o esqueleto”.

**Entrevistadora:** “Você consegue se lembrar o que via com cada óculos ?”

**Tatiana:** “Com os óculos vermelhos, eu vi os ossos, e com o azul, vi a carne com as roupas”.



**Figura 4.40: Fotografia do aparato experimental “Filtros Coloridos”.**

**3- Luciene:** “Tinha o desenho dos bailarinos e dependendo dos óculos que era um com um plástico azul e outro com um plástico vermelho a gente via imagens diferentes?”

**Entrevistadora:** Que imagens eram essas?

**Luciene:** “Com o azul aparece a pessoa normal e com o vermelho os ossos”.

**4- Débora:** “Esse é o dos bailarinos. A gente colocou os óculos com filtros e vimos os ossos com os óculos vermelhos e o corpo normal com o azul”.

**5- Joana:** “Essa aqui é dos óculos azul e vermelho. O vermelho deixava aparecer o desenho que estava atrás, o esqueleto. Com óculos azuis o desenho ficava a mesma coisa”.

**6- Nathália:** “É o do esqueleto, tem dois óculos. Os óculos azuis mostram o esqueleto e os óculos vermelhos mostram os músculos”.

**7- Bruno:** “Esse aqui é o dos óculos e bailarinos. Os óculos vermelhos deixavam a gente vê os ossos e o azul deixa a gente vê o corpo”.

**8- José:** “Esse aqui foi o dos bailarinos. Dependendo dos óculos, a gente via um tipo de imagem”.

**Entrevistadora:** “Como assim? Você pode explicar melhor”?

**José:** “Eu lembro que, com os óculos vermelhos, eu vi os ossos dos bailarinos e, com os óculos azuis, eu vi os bailarinos com as roupas”.

**9- Diogo:** “Esse foi o dos óculos coloridos. A gente viu o desenho dos bailarinos, dependendo dos óculos e o desenho dos ossos com os outro óculos”.

**Entrevistadora:** “Você se recorda com quais óculos pode ver o desenho dos ossos?”

**Diogo:** “Não, eu só lembro que dependendo dos óculos eu via um tipo de desenho”.

**10- André:** “Eu me lembro desse sim. Tinha um óculos vermelho e um óculos azul e quando a gente olhava para o desenho com algum desses óculos o desenho mudava”.

**Entrevistadora:** “Você se lembra dessas mudanças” ?

**André:** “Lembro sim. Com o óculos vermelho, a gente via os ossos e, com o azul, a gente via os músculos e roupas”.

Notamos que, ao mostrarmos a fotografia desse aparato experimental, todos os alunos relataram alguma situação vivenciada. Esse relato abarcou a descrição da atividade acompanhado da observação e análise sobre os eventos acontecidos com cada participante ao interagir com o aparato experimental.

Consideramos corretas expressões tais como a de Janaína: “... Se a gente colocar os óculos vermelhos, a gente vê tudo em vermelho ou preto” ou respostas como a de Débora: “Esse é o dos bailarinos. A gente colocou os óculos com filtros e vimos os ossos com os óculos vermelhos e o corpo normal com o azul”. À medida que os estudantes nos narravam suas lembranças, indagávamos com novas perguntas a fim de eles exporem o máximo de recordações.

Notamos através dos argumentos acima, que a maior parte dos alunos verbalizou significados pessoais das situações experienciadas (exatamente como ocorreu). Desta forma, o impacto desse experimento nos mostrou resultados substanciais e significativos para esses estudantes.

#### **b) Fotografia do Aparato Experimental “Formando Imagens” (figura 4.41)**

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”



**Figura 4.41: Fotografia do aparato experimental “Formando Imagens”.**

**1- Janaína:** “É o das lentes, uma é barriguda que é convergente e o resto eu não lembro”.

**Entrevistadora:** “O que você quer dizer com ser convergente?”

**Janaína:** “Eu acho que a luz vai para dentro dela”.

**2- Tatiana:** “Esse aqui é o experimento onde a seta está em uma posição, a seta está na caixa de luz e dependendo das lentes essa seta muda de posição”.

**Entrevistadora:** Como eram essas lentes?

**Tatiana:** “Tinha uma porção de lentes curvadas”.

**3- Luciene:** “Nesse aqui tinha uma seta na caixa da luz e ao colocarmos a placa na frente dessa seta formava a imagem dessa seta em outras posições”.

**Entrevistadora:** Como era essa placa?

**Luciene:** “Essa placa tinha lente com buraco e lente barrigudinha”.

**4- Débora:** “Esse é o da lente, botávamos uma placa com lentes na frente de uma caixa com uma seta e dependendo da lente a seta mudava de posição”.

**Entrevistadora:** Como eram essas lentes?

**Débora:** “Uma era barriguda, meio oval, e a outra eu acho que tinha a barriga para dentro”.

**5- Joana:** “Esse aqui é o das lentes, na caixa fica a luz com a seta e colocamos as placas com as lentes entre a caixa e uma placa branca e, então, forma na placa branca setas de cabeça para cima, para baixo, de um lado e do outro lado”.

**6- Nathália:** “Essa daqui, a lente barriguda, ficava para um lado e a com buraco ficava do outro lado, na mesma placa, e uma delas ficava aumentando e diminuindo a seta”.

**7- Bruno:** “Tinham lentes diferentes, uma para fora, que formava a imagem da seta de cabeça para baixo, e a outra para dentro, não formava imagem na placa branca”.

**8- José:** “Esse é o da placa com lente. A luz depois que atravessava a lente formava a imagem da seta ao contrário”.

**9- Diogo:** “Esse aqui eu lembro mais ou menos, eu lembro que tinham lentes e a luz batia nelas. Quando a luz batia na lente com buraco, a luz ficava meio espalhada e, já na barriguda, a luz formava a imagem da seta”.

**10- André:** “Esse aqui é o da seta que ficava invertida e menor por causa das lentes”.

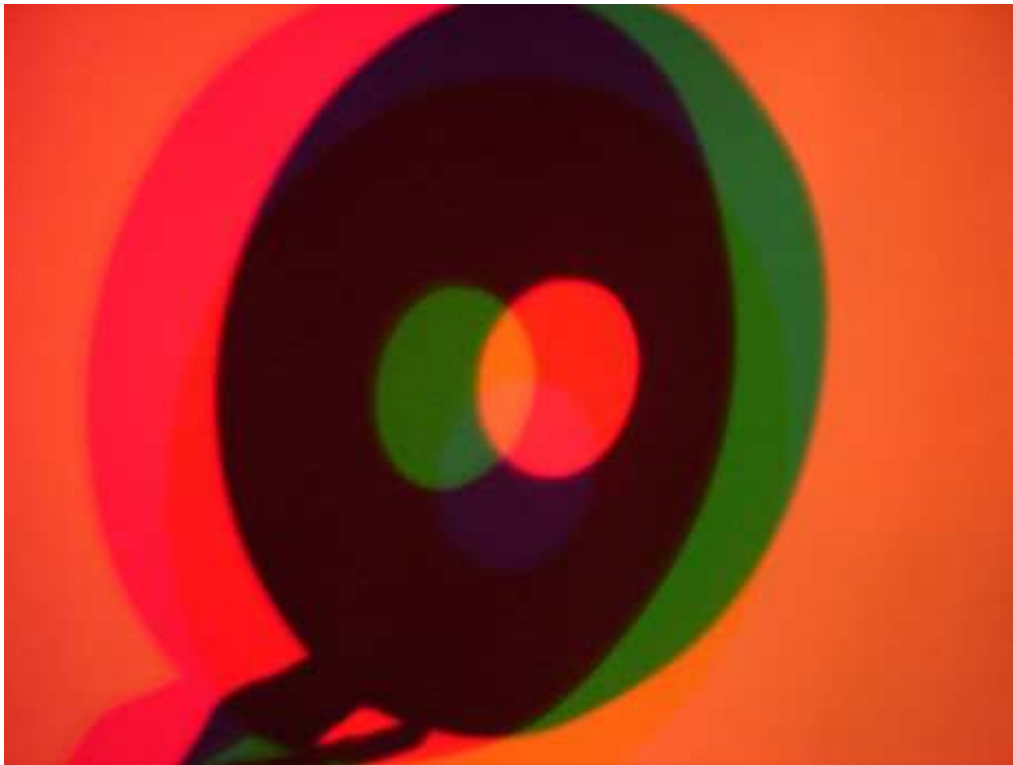
O primeiro depoimento “... uma é barriguda que é convergente...” a aluna Janaína mostra um resultado substancial da atividade experimental, pois permaneceu em sua memória a concepção de que a lente convexa (“barriguda”) converge os raios advindos da luz. Observamos que grande parte dos alunos destacou em suas falas a posição da seta (invertida) ao atravessar uma das lentes. Outros ressaltaram que a lente côncava (“com cavidade”) provoca a dispersão dos raios de luz, não formando imagem no anteparo.

Todo esse conjunto de falas representou aspectos substanciais das atividades experimentais para esses alunos, destacando que todos os alunos trouxeram consigo lembranças sobre esse aparato experimental.

Em relação às imagens formadas por meio de placas com orifícios pequenos e com orifícios médios não apareceram nas falas dos entrevistados.

### **c) Fotografia do Aparato Experimental “Sombras Coloridas” (figura 4.42)**

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”



**Figura 4.42: Fotografia do aparato experimental “Sombras Coloridas”.**

- 1- Janaína:** “Esse eu não me lembro”.
- 2- Tatiana:** “São três luzes com cores diferentes que se misturam, verde, azul e vermelho e, ao ligar as três, não aparece cor nenhuma, ficou tudo branco”.
- 3- Luciene:** “São luzes. Cada luz tem um papel transparente de cor diferente, quando misturam todas as cores não aparece cor nenhuma. Só aparece na parede o branco”.
- 4- Débora:** “Eram três luzes diferentes, vermelha, azul e verde, que se misturaram na parede e víamos o branco. Depois ele<sup>23</sup> pediu a Fernanda para ficar na frente das luzes e a gente via as cores misturadas ao redor dela”.
- 5- Joana:** “Esse aqui, as cores eram jogadas na parede de cor branca, essas cores se misturavam e formava outras cores e não as cores das lâmpadas”.
- 6- Nathália:** “Aqui tem três luzes, vermelha, verde e azul. Ao ligar as três ao mesmo tempo, as luzes se misturavam e formava o branco”.
- 7- Bruno:** “Tinham três luzes que se misturavam e essa mistura das três formava o branco”.
- 8- José:** “Me lembro de três cores da luz, vermelha, verde e azul, quando misturava duas cores formava um tipo de cor, quando ligava as três formava o branco”.
- 9- Diogo:** “Eu não me lembro”.

---

<sup>23</sup> Monitor da atividade.

**10- André:** “Ligava três lâmpadas com plástico de cores diferente, quando essas três cores se misturavam a parede ficava branca”.

**Entrevistadora:** “Você se lembra das cores dos plásticos?”

**André:** “Não, acho que tinha um vermelho”.

Dentre as falas dos alunos que se recordaram do aparato experimental, percebemos que todos eles relembrou que a soma das três cores primárias da luz (verde, vermelho e azul) formam a luz branca. Percebemos por meio de duas falas que a idéia do branco ser a ausência de cor ainda permanece nas concepções espontâneas desses estudantes.

No entanto, os entrevistados não se recordaram das discussões desse aparato experimental que suscita a subtração de cores, a formação de sombras, o que permeou em suas memórias foi a soma das cores.

Nesse conjunto de falas, também observamos que nem todos os participantes da pesquisa apresentaram lembranças inerentes a esse aparato.

#### **d) Fotografia do Aparato Experimental “Formando o Arco-Íris” (figura 4.43)**

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”

**1- Janáina:** “Esse aqui é o do arco-íris. A gente vai virando,..., esqueci o nome, só sei que a gente vai virando, a luz entra e vai formando o arco-íris”.

**2- Tatiana:** “Esse é o do arco-íris. A luz entra no triângulo transparente e forma o arco-íris, mas tem que ter a posição certa para virá o triângulo. Se o triângulo não estiver na posição certa, não formará o arco-íris, não aparece nada”.

**Entrevistadora:** “Você se lembra do nome dado para esse triângulo” ?

**Tatiana:** “Não me lembro”.

**3- Luciene:** “Nesse a luz entra no triângulo<sup>24</sup> com água, a luz branca e dependendo da posição desse triângulo a luz vai se dividindo, formando o arco-íris”.

**4- Débora:** “Eu não me lembro desse”.

**5- Joana:** “Quando a luz bate na água, separa-se e forma várias cores”.

**6- Nathália:** “Esse eu não me lembro, eu lembro que é um triângulo com água. Eu acho que a luz bate nesse triângulo e reflete o arco-íris.

---

<sup>24</sup> Prisma presente no aparato experimental.



**Figura 4.43: Fotografia do aparato experimental “Formando o Arco-Íris”.**

**7- Bruno:** “Eu acho que nesse a luz bate no triângulo com água e depois de atravessar o triângulo muda de caminho e forma o arco-íris”.

**8- José:** “A gente foi girando esse triângulo até a luz se transformar nas cores que foram juntadas no disco, lá fora”.

**9- Diogo:** “Esse eu não me lembro muito bem. A luz sai da caixa e atravessa o prisma e aí a luz se divide em muitas cores”.

**10- André:** “Esse eu não me lembro”.

As recordações sobre esse aparato experimental estiveram norteadas pela descrição do evento acontecido, *a luz incide no prisma, divide-se e então forma o arco-íris*. Alguns alunos



destacam que a luz ao incidir no prisma muda de direção, o que caracteriza um impacto favorável e sem que eles percebam estão discutindo o conceito da refração.

A maior parte dos depoimentos dos alunos, que se expressaram, mostra a importância de girar o prisma, até encontrar a posição correta para haver a decomposição da luz branca, significando uma lembrança favorável.

Na resposta de José “a gente foi girando esse triângulo até a luz se transformar nas cores que foram juntadas no disco, lá fora”, ele associa o experimento, “Construindo o Arco-Íris”, com o experimento que eles haviam interagido anteriormente (Disco de Newton), representando um resultado significativo das duas atividades experimentais para esse aluno.

Em contraposição, a aluna Nathália em sua fala “a luz bate nesse triângulo e reflete o arco-íris” apresenta a não compreensão do fenômeno ocorrido ao tentar explicar o experimento.

Também observamos nesse momento da atividade que alguns alunos não se recordaram desse aparato experimental.

#### e) Fotografia do Aparato Experimental “Disco de Newton” (figura 4.44)

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”



**Figura 4.44:** Fotografia do aparato experimental “Disco de Newton”.

**1- Janaína:** “Quando a gente põe o disco na coisa e vai mexendo as cores se misturam e forma o branco”.

**2- Tatiana:** “A gente colocou o disco colorido nesse objeto e giramos, ao girar bem rápido vimos o branco”.

**3- Luciene:** “Quando gira o disco fica tudo branco”.

**4- Débora:** “O meu colega girou o disco e eu vi tudo branco”.

**5- Joana:** “Esse aqui tinha um monte de cores e quando a gente rodava as cores misturavam e ficava uma cor só”.

**Entrevistadora:** “Você lembra que cor era essa?”

**Joana:** “Ficava quase branco”.

**6- Nathália:** “Esse aqui, ele colocou o disco, que tem várias cores e aí a gente girou e então ficou branco”.

**7- Bruno:** “Quando girava esse disco com todas as cores, ficava branco”.

**8- José:** “Tinha um disco com muitas cores diferentes, e aí quando a gente girou as cores se misturaram e aparece o branco”.

**9- Diogo:** “A gente girou o disco com muitas cores e apareceu o branco”.

**10- André:** “Assim que giramos o disco e ele ganhou velocidade, as cores se misturaram e formou o branco”.

A função do “Disco de Newton”, em recompor as sete do espectro de luz visível que compõem a luz branca em um disco esbranquiçado foi, relatada por todos os estudantes entrevistados, representando um impacto substancial da atividade.

Durante as entrevistas, nós intervimos em todas as respostas perguntando quais eram as cores do disco antes de girarem, a maior parte afirmou não lembrar quais eram, enquanto dois alunos disseram que as cores eram semelhantes com as cores do arco-íris.

#### **f) Fotografia do Aparato Experimental “Máquina Fotográfica” (figura 4.45)**

**Entrevistadora:** “O que lhe vem à cabeça ao olhar para essa fotografia?”

**1- Janaína:** “Eu lembro que a gente vê a pessoa de cabeça para baixo”.

**Entrevistadora:** Você se lembra por que isso acontece?

**Janaína:** “É porque tem uma lente, mas eu não lembro qual”.

**2- Tatiana:** “Fica uma pessoa na frente e a gente põe a cabeça aqui dentro da caixa e quem tá olhando dentro, vê quem tá lá fora de cabeça para baixo”.



**Figura 4.45: Fotografia do aparato experimental “Máquina Fotográfica”.**

**Entrevistadora:** “Havia algo na caixa permitindo ver seu colega de cabeça para baixo?”

**Tatiana:** “Tinha sim, uma lente, mas não lembro qual era”.

**3- Luciene:** “Eu lembro que a gente via quem tava fora de cabeça para baixo. Também lembro que viramos a caixa e, mesmo assim, quem tava fora continuava de cabeça para baixo por causa da lente”.

**4- Débora:** “Esse aqui, ficava alguém na frente da caixa e a gente via dentro da caixa essa pessoa de cabeça para baixo”.

**Entrevistadora:** “O que havia na caixa para permitir isso?”

**Débora:** “Tinha a lente, eu acho que era a barriguda”.

**5- Joana:** “Essa daqui, ficava uma pessoa atrás e via quem estava na frente de cabeça para baixo. Tinha a lente barriguda e parece que era ela que deixava a imagem de cabeça para baixo”.

**6- Nathália:** “Tinha uma lente na caixa, a gente pedia uma pessoa para ficar em frente à caixa e a lente fazia com que essa pessoa ficasse de cabeça para baixo. Eu só não lembro que lente era essa”.

**7- Bruno:** “Era uma caixa que a gente olhava dentro dela e via quem estava fora de cabeça para baixo por causa da lente barriguda”.

**8- José:** “Tinha uma lente dentro dessa caixa que fazia que estava fora ficar de cabeça para baixo”.

**9- Diogo:** “Esse aqui, a gente olhava dentro a caixa e via os outros de cabeça para baixo por causa da lente barriguda que tinha dentro da caixa”.

**10- André:** “Tinha uma caixa toda preta que a gente olhava para dentro dela e via quem estava fora de cabeça para baixo por ter uma lente gordinha lá dentro”.

A partir dos depoimentos dos estudantes, notamos que esse aparato experimental de forma geral trouxe resultados favoráveis para o avanço na compreensão do fenômeno da formação de imagens por meio da lente convexa.

Todos os alunos teceram comentários sobre o aparato, bem como se lembraram da existência de uma lente que os possibilitava ver a imagem do colega invertida. Vale destacar que alguns alunos lembraram-se do tipo de lente (“convexa”) que permitiu a ocorrência desse fenômeno, ao ouvirmos falas como “via quem estava fora de cabeça para baixo por ter uma lente gordinha lá dentro”, relato de um dos alunos.

A seguir, apresentaremos a discussão de todos os resultados apresentados neste capítulo.

## **5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1- Discussão sobre a Inserção dos Museus de Ciências junto aos Moradores da Baixada Fluminense**

Com base nos dados obtidos na pesquisa com os alunos das escolas do município de Queimados na Baixada Fluminense, podemos verificar que os centros e museus de ciências localizados no Rio de Janeiro, apesar de apresentarem propostas de tornar a ciência acessível à sociedade, de divulgar e de melhorar o conhecimento para um número cada vez maior de pessoas, ainda estão restritos a uma pequena parcela da população: a população residente no centro urbano da capital.

Os estudantes das comunidades mais carentes, como os da Baixada Fluminense, ainda desconhecem as atividades realizadas por essas instituições de ensino não-formal. Durante a coleta de dados para esta pesquisa, conversamos com alguns professores sobre esses ambientes de ensino não-formal e notamos que grande parte desses sequer tinha ouvido falar de museus de ciências como Museu de Astronomia e Ciências Afins, Museu da Vida ou Espaço Ciência Viva.

Mediante esse quadro, percebemos que os professores não discutem a relevância desses ambientes com seus alunos. Esse fato também foi constatado a partir das respostas dos alunos a indagação de onde eles ouviram falar sobre centro de ciências. Visto que, de um total de 162 entrevistados, os professores aparecem em apenas 3% das respostas.

Cabe ressaltar que os dados obtidos nessa pesquisa foram organizados em forma de artigo científico e publicado nos Anais do Enpec<sup>25</sup> 2005 (apêndice 1).

### **5.2- Impacto das Atividades Experimentais sobre os Estudantes após as Análises das Respostas aos Questionários**

Os aparatos experimentais “Formando Imagens”, “Máquina Fotográfica” e a oficina de lentes contribuíram para a compreensão dos conceitos de lentes por meio de uma abordagem qualitativa, bem como a partir da observação do fenômeno sem a utilização do enfoque geométrico que dificulta o entendimento do fenômeno, como já discutido em um momento anterior, norteados por literaturas especializadas.

---

<sup>25</sup> Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.

Investigamos o impacto desses aparatos experimentais por meio da segunda pergunta, cujo intuito foi indagar as concepções referentes aos efeitos das lentes côncavas (com “barriga”) e convexas (“com cavidade”), bem como através da quarta e quinta perguntas que buscaram averiguar o possível material e a forma de uma lente, respectivamente. Constatamos através das respostas aos questionários de pré e pós-intervenção que o impacto foi favorável, pois a porcentagem de respostas aceita do ponto do vista científico aumentou significativamente. Ou seja, na segunda pergunta para as variáveis esperadas da lente convexa (concentra e inverte) obtivemos um acréscimo de 14,4% e 24,1% respectivamente, e para as variáveis esperadas da lente côncava os acréscimos foram de 7,09% para o efeito diminui e 11,80% para a função de espalhar a luz. A perguntas quatro e cinco sofreram acréscimos de 7,64% e 11,80% respectivamente. Destacamos que as opções não aceitas sofreram decréscimos.

A terceira pergunta estava associada aos aparatos experimentais “Construindo o Arco-Íris”, “Sombras Coloridas” e “Disco de Newton” e tinha por objetivo fazer com que o aluno indicasse dentre as opções, qual apresentava de forma mais adequada a resposta para a formação da luz visível do sol. Verificamos, nas análises das respostas, a predominância das opções *inúmeras cores* (resposta esperada), com 29,75 % de respostas, e a opção *amarela*, 29,23 % de um total de 195, pois para o senso comum a luz do sol é amarela. Após a interação com os aparatos experimentais, observamos que um número substancial de alunos optou pela resposta *inúmeras cores* (45,13% de alunos), com exceção da opção *cor branca* com 41,03% de respostas, as outras opções sofreram decréscimos.

Em relação à sexta pergunta, que indagou sobre a relação da intensidade da luz e o comprimento da sombra, verificamos a partir do questionário prévio que 50,25% dos alunos acreditavam que a sombra iria aumentar. Após as estratégias experimentais, houve uma mudança significativa no desempenho desses estudantes, onde 45,13% dos alunos responderam que a sombra permaneceria do mesmo tamanho, enquanto as demais categorias sofreram decréscimos. Acreditamos que essas novas concepções se deram em função do aparato experimental “Sombras Coloridas” que ressaltou esses conceitos junto aos estudantes e resultou em um impacto positivo.

A sétima pergunta foi introduzida com o intuito de observarmos as concepções de propagação retilínea da luz, a partir dos desenhos e expressões apresentados pelos estudantes. Diante dessa indagação, verificamos, no questionário prévio, concepções de estudantes por meio de desenhos da presença de imagens de círculos ou pontos no anteparo, além de raios de luz emitidos da vela que, ao atravessar o furo, não formam imagens no anteparo.

Após a interação com os aparatos, observamos um acréscimo significativo de respostas inseridas na categoria esperada, *imagem da chama da vela invertida*, com um acréscimo de respostas superior às demais categorias (acréscimo de 24,62% de respostas). Desta forma, os aparatos experimentais que discutiram esses assuntos: “Formando Imagens” e “Máquina Fotográfica”, exerceram um impacto positivo sobre o grupo.

Ao indagarmos as concepções sobre reflexão da luz, por meio da pergunta oito (*A folha de papel que você está escrevendo reflete luz?*), observamos que o impacto das atividades experimentais interativas sobre os estudantes foi favorável, pois o acréscimo dentro da categoria aceitável representou mais de 50% das respostas. Vale destacar que atribuímos esse resultado aos experimentos “Construindo o Arco-Íris”, “Sombras Coloridas” e “Disco de Newton”, nos quais os alunos interagiram ao longo das atividades.

Elaboramos as questões nove (*Após conhecer esses experimentos de Óptica, você pretende pesquisar algum assunto referente a esse tema?*) e dez (*Escreva abaixo, qual ou quais experimentos você gostou mais. Por quê?*) com o intuito de averiguar o grau de aceitação de nossas atividades experimentais interativas. Constatamos que mais de 80% dos alunos pretendem pesquisar algo referente aos temas discutidos pelos aparatos experimentais, pois acharam interessantes, demonstrando certo interesse pela ciência. Vale destacar que expressões como “depois de conhecer esses experimentos, quero ser cientista!” ou “quero ser professor de ciências” foram concebidas nas justificativas desses estudantes, no qual evidenciou impacto positivo no sentido de despertar a vocação científica do jovem por meio dessas atividades de divulgação científica. Observamos que essas respostas apareceram na fala dos adolescentes, principalmente dos alunos do CefeteQ. Acreditamos que o fato deles estarem em uma instituição de ensino tecnológico, bem como serem convidados para atuar como mediadores no C4, tenha influenciado suas respostas.

Ainda na questão nove, notamos que expressões como “quero saber mais” ou “eu gostei muito e me interessei pelo assunto” apareceram com maior frequência nas respostas dos adolescentes do que nas respostas dos adultos. Nas falas dos adultos, obtivemos respostas como “eu gostei muito, mas já passei dessa fase”, ou “não tenho mais idade para aprender muito”. Desta forma, supomos que para esse grupo de estudantes o fator idade influenciou no prazer pela busca de novos conhecimentos, apesar dos adultos terem obtido para algumas perguntas do questionário resultados melhores do que os adolescentes.

Também evidenciamos, a partir da décima pergunta, que apenas 5% do total de 195 participantes não gostaram de nenhum dos aparatos experimentais, enquanto outros gostaram de mais de um. Percebemos nas justificativas da maior parte dos estudantes a presença de

descrições do funcionamento do aparato ao fenômeno verificado através desse aparato experimental. Assim, essas informações representaram impacto favorável.

### **5.2.1- Diferenças e Semelhanças entre as Respostas dos Alunos das Escolas Municipais da Tijuca e Alunos da Rede Municipal e Estadual de Ensino da Baixada Fluminense**

Após a análise das respostas para a segunda pergunta do questionário, concluímos que os aparatos experimentais que suscitaram os efeitos das diferentes lentes (côncava e convexa), exerceram melhor impacto sobre alunos da Baixada Fluminense. As opções aceitáveis sofreram acréscimos nas respostas dos alunos da rede municipal e estadual da Baixada Fluminense, ao passo que verificamos decréscimos nas respostas para a maioria das variáveis aceitáveis e acréscimos para as demais (não aceitáveis).

Obtivemos essa mesma percepção para a sétima pergunta (*A luz da vela passa pelo orifício da primeira tela (preta). Desenhe a figura que se formará na segunda tela (branca) explicando o resultado*), que indagou sobre propagação retilínea da luz. A concepção esperada **imagem da chama da vela invertida**, sofreu acréscimos em ambos os grupos. Entretanto, o acréscimo foi mais substancial nas respostas do grupo de estudantes da Baixada Fluminense do que da Tijuca. As demais categorias sofreram decréscimo para o grupo da Baixada Fluminense e, para a Tijuca, houve acréscimos.

Vale ressaltar que dos três aparatos experimentais citados anteriormente no quais estas perguntas fazem alusão, um deles, “A Máquina Fotográfica”, está ausente do módulo experimental construído na ECV, local onde realizamos a pesquisa com os alunos da rede municipal da Tijuca. Acreditamos que este fato tenha privilegiado o grupo de alunos da Baixada Fluminense. Como a quarta (indagou sobre o tipo de material de uma lente) e quinta (forma de uma lente) perguntas estão ligadas à Oficina de Lentes, os resultados foram satisfatórios, contribuindo para um impacto positivo em ambos os grupos. Na oficina, o participante tem a possibilidade de testar diversos tipos de lentes, feitas de vidro, resina, acrílico, como já apresentamos no capítulo de resultados, e observar objetos por meio dessas lentes.

Cabe destacar que três alunos após participarem da Oficina de Lentes no ECV e verificarem a convergência dos raios luminosos correram até o pátio com uma lupa em suas mãos e começaram a queimar folhas das árvores que se encontravam no chão. Dessa forma, a oficina foi finalizada com a discussão da convergência dos raios solares naquelas folhas, provocando a sua queima. Essa atitude do grupo enriqueceu significativamente as discussões.



Houve uma leve melhora na compreensão da luz solar ser constituída *por inúmeras cores* (questão 3). Apesar disso, esperávamos resultados melhores, visto que a opção *cor branca* sofreu um aumento de respostas maior do que para a concepção aceita. Esse resultado nos faz suspeitar que o conceito de composição espectral da luz solar não ficou claro para os alunos durante a interação com os aparatos experimentais, onde podem ter confundido o fato de alguns aparatos ter demonstrado o branco como sendo a composição de todas as cores, ou houve uma interpretação errada da pergunta.

A sexta pergunta (relação da intensidade da luz e o comprimento da sombra) do questionário mostra que de acordo com as concepções alternativas dos estudantes de ambos os grupos, a sombra aumenta à medida que se aumenta a intensidade da lâmpada. Alguns alunos disseram que se a intensidade luminosa for duplicada, a sombra também aumentará o dobro. Após nossa intervenção, percebemos mudanças nas concepções desses estudantes.

Para os estudantes da Tijuca, o impacto da atividade foi favorável, pois um número significativo de alunos compreendeu a *independência da sombra em relação à intensidade da luz*, bem como para os alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense. Entretanto, enquanto as demais categorias sofreram queda nas respostas dos alunos da Tijuca, a categoria *“formam-se mais sombras”* apareceu nas respostas de uma quantidade substancial de alunos da Baixada Fluminense. Atribuímos essa diferença ao fato de no ECV o experimento ter uma sala própria enquanto que nas escolas, apesar do ambiente no qual realizamos a atividade experimental ter sido escurecida por meio de *black out*, o aparato que suscitou esse tema, ficou junto aos demais experimentos que também necessitavam de ausência de luz. Ressaltamos que quanto menos luz externa existir, melhor é o desempenho desse aparato experimental. Ao passo que os outros aparatos experimentais não precisam de um ambiente totalmente sem luz.

Para a oitava pergunta (*A folha de papel que você está escrevendo reflete luz?*), encontramos concepções típicas como: “não há reflexão porque eu não vejo refletir nada” nas respostas dos dois grupos, mostrando-nos que alguns estudantes acreditam que a reflexão está associada somente ao fato de poder ver a imagem de algo, como em uma superfície espelhada.

A concepção de que *a folha de papel branca reflete luz* foi entendida por um número significativo de estudantes de ambos os grupos após nossa intervenção experimental, evidenciando o impacto favorável da atividade.

### 5.2.2- Diferenças e Semelhanças entre as Respostas dos Alunos das Escolas Municipais e Estaduais da Baixada Fluminense do Turno Diurno e Estudantes da Rede Municipal do Turno Noturno (EJA).

A função das lentes côncavas e convexas (questão 04), bem como o material (questão 4) e a forma adequada (questão 05) parecem compreendidos pelos estudantes do turno diurno e noturno das redes municipais e estaduais da Baixada Fluminense. Atribuímos essa mudança conceitual aos aparatos experimentais que discutiram os conceitos de lentes.

A concepção de que *a luz branca é formada por inúmeras cores* (questão 03) foi entendida pelos alunos dos turnos noturnos, a partir de uma notável mudança em relação às respostas do questionário inicial (aumento de 72,70%), caracterizando um impacto favorável. Em relação aos estudantes do turno diurno, o resultado foi desfavorável, pois a opção cor branca, no questionário de pós-intervenção, sofreu substancial acréscimo em relação à resposta esperada.

Observamos, na sexta pergunta (questionário pré-intervenção), respostas típicas como “a sombra aumentará de tamanho” ou “a sombra ficará menor por causa da luz”, enquanto que a expressão aceita: *independência do tamanho da sombra em relação à intensidade luminosa do foco* pouco apareceu nas repostas de ambos os grupos escolares. Após a intervenção experimental, nota-se uma sensível diferença entre os alunos do diurno em relação ao noturno. Para os estudantes do noturno, as concepções aceitas cientificamente se mostram em praticamente todas as respostas dos alunos por meio de desenhos e justificativas, no qual verificamos um impacto favorável da atividade experimental sobre esse grupo. Percebemos, nas respostas dos alunos do turno diurno, justificativas que também demonstram um grau de entendimento do fenômeno científico. Não obstante, continuamos encontrando um maior número de descrições dentro de uma concepção não aceita, como “aumentará o número de sombras”.

As respostas para a sétima pergunta (*A luz de uma vela passa pelo orifício da primeira tela (preta). Desenhe a figura que se formará na segunda tela (branca), explicando o resultado*) apresentaram resultados satisfatórios em ambos os grupos em questão, pois enquanto a justificativa válida: *formará na tela a imagem da chama da vela invertida (para baixo da chama)* sofreu acréscimos, as demais respostas não aceitas sofreram decréscimos. Desta forma, o impacto foi favorável para ambos.

Verificamos resultados satisfatórios ao justificar que a folha de papel branca sofre reflexão (questão 08), principalmente para os estudantes do turno noturno que, após nossa intervenção, o acréscimo foi de 82%, portanto os aparatos experimentais que suscitaram o tema reflexão da luz exerceram sobre esses dois grupos de alunos um impacto favorável.

### 5.2.3- Diferenças e Semelhanças entre as Respostas dos Estudantes do CefeteQ e Alunos da Rede Municipal e Estadual de Ensino da Baixada Fluminense.

As idéias e concepções alternativas sobre a função, o material (questão 04) e a forma adequada (questão 05) das lentes côncavas e convexas, bem como as possíveis mudanças conceituais são indagadas a partir das questões 02, 04 e 05 respectivamente. Observamos um favorável processo de mudança nas respostas para um modelo aceito após esses alunos participarem das atividades experimentais. Contudo, encontramos para algumas perguntas respostas válidas no questionário pré e pós-intervenção dos alunos do CefeteQ, representando um impacto neutro para esses alunos, pois a escolha pela opção esperada se mantém inalterada após a intervenção com os aparatos experimentais.

Em relação à terceira pergunta do questionário, encontramos respostas idôneas em ambos os grupos escolares, após estes interagirem com os aparatos experimentais. Contudo a concepção não aceita de que a luz visível do sol é composta apenas pela cor amarela, sofre um notável acréscimo nas respostas dos estudantes das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense. Desta forma, percebemos um impacto mais favorável para os alunos do CefeteQ, visto que as demais opções sofreram decréscimos nos questionários desse grupo.

É significativa a quantidade de alunos com interpretações aceitáveis no questionário de pós-intervenção sobre o conceito *de independência do tamanho da sombra em relação à intensidade do foco de luz*. Acreditamos que essa melhora conceitual deve-se às atividades experimentais. Entretanto, o impacto dessas atividades demonstrou ser mais favorável para os alunos do CefeteQ, pois, além do aumento para a concepção esperada, notamos que a mudança conceitual evolui para um conceito não aceito: *formam-se mais sombras*.

Notamos para a sétima pergunta (*A luz de uma vela passa pelo orifício da primeira tela. Desenhe a figura que se formará na segunda tela, explicando o resultado*) respostas significativas. Uma grande parcela de estudantes de ambos os grupos desenha a imagem da chama da vela invertida na tela, em função da propagação retilínea da luz: 100% dos alunos do CefeteQ expressaram respostas aceitas cientificamente, bem como houve um acréscimo de 30,88% de respostas aceitas entre os alunos das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense. Associamos esse impacto favorável com a interação dos alunos com os aparatos experimentais. O mesmo ocorre com a oitava pergunta que também sofreu um substancial acréscimo para a resposta esperada.

### 5.3- Entrevista Semi-Estruturada

As concepções espontâneas, bem como as reestruturações conceituais pós-intervenção apresentadas nas falas dos alunos das escolas municipais da Tijuca e nos depoimentos do grupo de estudantes das escolas municipais e estaduais da Baixada Fluminense que participaram da pesquisa, não apresentam distinção de um grupo para outro. Portanto, discutiremos os resultados da entrevista de todo o grupo (167) antes da intervenção e depois.

As concepções sobre a conexão da luz incidida sobre um corpo com a cor observada no mesmo são investigadas por meio das duas primeiras perguntas da entrevista e revelou-nos que a partir das vivências dos estudantes, eles perceberam a presença dessa relação, pois nos relataram, mediante uma situação do cotidiano proposta por nós na primeira pergunta, que alguns objetos mudam de cor em função da luz que os ilumina. Entretanto, notamos uma contradição quando a pergunta tornou-se mais específica, ao indagarmos se uma cor depende da luz incidente e grande parte desses alunos afirmou que não. Desta forma, pudemos detectar mediante suas justificativas que a cor é uma propriedade inerente de cada corpo, sem relação com a luz que o ilumina.

Esses depoimentos de pré-intervenção no mostraram que, ao criarmos uma situação problema na pergunta, os alunos citam situações que já tenham sido presenciadas por eles e tentam relacioná-las com as situações que estão sendo colocadas como objeto de estudo. De certa forma, eles recorreram à bagagem de informações que foi construída em sua história de vida por meio de interações pessoais com os fenômenos naturais. Contudo, perguntas que indagam diretamente o fenômeno causam dúvidas aos estudantes, ao relatarem respostas não aceitas.

Após a intervenção experimental, grande parte das respostas permaneceu descritiva (o aluno descreve a cor observada) para a primeira pergunta, contudo observamos respostas que manifestaram justificativas para o fenômeno em questão, embora numa linguagem não formal, como exemplo: “a calça ficou preta por causa da falta de cor”. Para a segunda pergunta da entrevista, encontramos uma reestruturação na concepção sobre a cor dos corpos, pois todos os alunos que participaram da entrevista responderam que a cor depende da luz que os ilumina.

Sobre o fenômeno da formação do arco-íris, indagado na terceira pergunta da entrevista, notamos que para esses estudantes a ocorrência do fenômeno estava predominantemente ligada apenas à descrição do aparecimento do sol e a chuva. Também encontramos alusões à reflexão do sol na água, fusão da água da chuva, raios ultravioletas que demonstraram concepções não aceitáveis e confusas.

As mudanças nas respostas dos alunos sugeriram um impacto favorável após a intervenção experimental. Atribuímos essa melhora ao aparato experimental “Construindo o arco-íris”. Vale destacar que as novas concepções apresentadas, a partir dessa pergunta, proporcionaram resultados melhores do que para a terceira pergunta do questionário que também investigou as concepções sobre a decomposição da luz solar. Essa diferença se deu em função do caráter das perguntas. A pergunta do questionário não fazia menção direta ao fenômeno observado nos aparatos experimentais, por conseguinte esses aparatos não foram suficientes para permitirem a compreensão do conceito científico.

Observamos nos depoimentos que, na tentativa de buscar soluções para novos problemas, o aluno traz consigo algumas idéias ou crenças já formuladas que afetaram as observações feitas, bem como as inferências daí derivadas. Considerando que em sua experiência diária permeia a noção do sol emitir luz branca ou amarela, em função de questões sócio-culturais (desenhos animados, revistas em quadrinhos, televisão), no qual estão inseridos (aspecto que exige um novo aprofundamento), não foi possível superar os limites explicativos das noções espontâneas. Em contraposição, a terceira pergunta da entrevista investiga as idéias espontâneas sobre um fenômeno da natureza (decomposição da luz), observado no aparato experimental, no qual se criou um conflito cognitivo entre as noções preconcebidas como as concepções suscitadas pelo aparato experimental. Desta forma, observa-se um melhor entendimento do fenômeno em questão e que desencadeou em um impacto positivo do experimento sobre esses estudantes.

#### **5.4- Terceira Etapa: Lembrança Estimulada (LE).**

Esta etapa da pesquisa nos trouxe resultados muito significativos. Observamos que após quatro meses de nossa intervenção sobre os estudantes, muitos detalhes sobre o funcionamento de cada aparato experimental ainda estavam em suas memórias.

Não buscamos por meio de essa ferramenta metodológica resgatar apenas os pensamentos dos alunos durante a visita ao módulo experimental, mas, sobretudo, investigar o impacto de cada atividade experimental em longo prazo. Esse impacto abarca desde a descrição do funcionamento do equipamento experimental até a explicação do fenômeno ocorrido por meio desse equipamento sem negligenciarmos aspectos como pensamentos e sentimentos que possam ser relatados sobre os experimentos ao longo da entrevista.

De acordo com Aaltonen (2001), “(...) a LE frequentemente contém tanto dados relativos a relatos de pensamentos quanto à análise do evento acontecido”. Notamos durante a entrevista que a explicação e descrição do que eles viram estão mais frequentes nas falas dos

entrevistados, enquanto que o avanço na compreensão dos fenômenos científicos está relatado em poucas falas. Também não observamos relatos de pensamentos que possam ter surgido ao interagirem com os aparatos experimentais.

Vale destacar que as concepções sobre conceitos de lentes (forma e função ou efeito) presente nas falas de alguns estudantes evidenciaram resultados surpreendentes. Nesse conjunto de falas, além de descrições dos aparatos experimentais, encontramos um entendimento mais profundo dos fenômenos científicos registrados na memória desses alunos. Nos seus depoimentos, ao olharem as fotografias dos aparatos experimentais “Máquina Fotográfica” e “Formando Imagens”, lembraram características das lentes (tipos de curvatura) associando com algumas funções e/ou efeitos (diverge, converge, inverte) em uma linguagem coloquial.

Ressaltamos que a pesquisadora, enquanto professora de Física do Ensino Médio, tem constatado grandes dificuldades por parte dos estudantes na compreensão do conceito de lente, quando ensinado de forma tradicional, privilegiando o formalismo matemático com aspectos geométricos, seja por meio do ensino teórico ou através de aulas em laboratórios. Dificilmente, esses estudantes associam a curvatura da lente com suas respectivas funções, de forma espontânea, como ocorreu com os participantes da pesquisa. Portanto, atribuímos esse resultado favorável a atividades que promovem a experimentação e interação, que quase sempre estão ausentes em um contexto escolar.

## ***CONSIDERAÇÕES FINAIS***

Concluimos, ao examinar os resultados deste estudo, que o impacto possibilitou uma avaliação no sentido da compreensão dos conceitos científicos por parte dos sujeitos envolvidos, bem como proporcionou uma visão panorâmica de como as atividades experimentais com vieses interativos e lúdicos têm implicações importantes e significativas ao influenciar na reestruturação das concepções dos participantes da pesquisa com respeito a algumas noções de Óptica. Observamos que apesar dos significativos resultados favoráveis das atividades experimentais, também obtivemos alguns resultados desfavoráveis. Portanto, propomos como uma continuação desse estudo a construção de novos aparatos experimentais que discutam a mesma temática, mas com novas abordagens para compor o módulo experimental “Mundo das Luzes e Cores”. Acreditamos que com o acréscimo de novos aparatos, o participante terá a possibilidade de observar determinado fenômeno por ângulos diferentes e, então, compreender melhor o fenômeno em questão.

Tivemos como objetivo, ao aplicar questionários e realizar entrevistas, demonstrar que a exposição científica cumpriu com o seu papel de iniciar processos de aquisição de conhecimentos em Óptica, bem como despertar no sujeito o interesse e gosto pela ciência. Vale destacar que, ao encerrarmos nossas atividades em uma das escolas envolvidas na pesquisa: Escola Municipal Janir Clementino Pereira, em Nova Iguaçu, um sensível número de alunos nos perguntou quando voltaríamos, pois haviam gostado muito.

Este trabalho também colaborou para a formação de monitores no Cefet de Química. Esses monitores após participarem da pesquisa (respondendo aos questionários e interagindo com os aparatos experimentais), foram treinados e atuaram como multiplicadores do conhecimento científico, atuando como mediadores das atividades nas escolas. Segundo Hamburger (1998): “(...) um monitor bem formado, com boa idéia do que é ciência, o que é a divulgação para o seu público, além de marcar a instituição onde atua, torna-se uma pessoa com lastro diferenciado na profissão que vai exercer” (p. 57).

Observamos, após a análise do questionário, que grande parte desses monitores tem pretensões de seguir carreiras na área de Ciências. Ressaltamos que todos esses estudantes continuam atuando como monitores do C4 durante o preparo de novos aparatos experimentais, bem como durante as visitas.

O estudo também demonstrou que apenas um momento de interação dos estudantes com os aparatos experimentais, quando bem trabalhado, pode proporcionar aos participantes ações que iniciem o processo de construção dos conceitos científicos. Observamos que essa

reestruturação dos conceitos científicos permaneceu na memória de alguns estudantes após quatro meses de nossa intervenção com as atividades experimentais itinerantes.

Por outro lado, devemos levar em consideração que essas modificações conceituais iniciadas com a intervenção dos aparatos experimentais devem ser trabalhadas posteriormente pelo professor ou por novas ações de atividades inerentes aos museus de ciências para que então haja um aprendizado profícuo.

Mesmo com o aumento de iniciativas de divulgação científica e surgimento de museus de ciências na cidade do Rio de Janeiro, a sua penetração na sociedade brasileira ainda é muito reduzida. De acordo com Moreira e Massarani (2002): “(...) apesar do crescimento expressivo dos últimos anos, um número muito pequeno de brasileiros, cerca de 1,5 milhão (menos de 1% da população) visitam algum centro ou museu de ciências a cada ano” (p. 61). Portanto, faz-se necessário a implementação de atividades promotoras de divulgação científica em todos os municípios do Brasil, como motivações de popularização científica.

Vale suscitar que a realização de projetos itinerantes, como o projeto que realizamos na presente pesquisa, com oficinas, palestras, exposição de módulos interativos, bem como a realização de debates científicos no ensino formal (instituições escolares), ou em praças públicas, clubes, *shoppings* pode minimizar a ausência de museus de ciências em municípios mais distantes das capitais brasileiras.

Uma iniciativa como essa irá significar uma oportunidade de formação continuada para os professores das escolas atendidas, aproximar os saberes científicos do senso comum e oferecer amplas possibilidades para a abordagem interdisciplinar de temas científicos de interesse social, de modo a instrumentar alunos, pais de alunos, professores e outros profissionais do ensino para o desempenho consciente da cidadania. Cabe destacar que no ano de 2006 foi realizada, na Vila Olímpica do município de Nova Iguaçu, a “Ciência na Rua” como parte das atividades de divulgação científica dos eventos integrados da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, na qual estivemos presente com os aparatos experimentais de C4.

De uma maneira geral, é de suma importância que o professor inclua em sua prática pedagógica, visitas, com seus alunos, aos museus ou centro de ciências, viabilizando um contato efetivo dos estudantes com os fenômenos da natureza por meio de aparatos experimentais interativos a fim de que compreendam a realidade que os cerca de forma ativa. Ou mesmo que esses professores encaminhem seus estudantes a esses espaços de educação não-formal, bem como divulguem a existência desses locais.



Também esperamos com a presente dissertação estimular determinadas ações que visem o desenvolvimento de novos centros de ciências nas periferias das grandes metrópoles, bem como no interior do Brasil, a fim de alcançar todas as classes populares. E como consequência, permitir que visitas a museus de ciências façam parte de nossa cultura, inserindo-as como uma das opções de lazer do povo brasileiro.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

#### Questionário

Antes da visita ( )

Depois da visita ( )

Nome:

Escola:

Série:

Idade:

1 - Você já estudou Óptica em sua escola?

( ) Sim

( ) Não

2 – Observe a figura abaixo e responda:



O lápis está quebrado? Explique:

---

---

---

3 – Cruze a coluna da esquerda com a direita.

“Lente com barriga” ●

“Lente com cavidade” ●

- diminui os objetos
- aumenta os objetos
- inverte os objetos
- converge a luz
- diverge a luz

4 – A luz solar é:

a) ( ) formada pela cor amarela

c) ( ) formada pela cor alaranjada

e) ( ) sem cor

b) ( ) formada pela cor branca

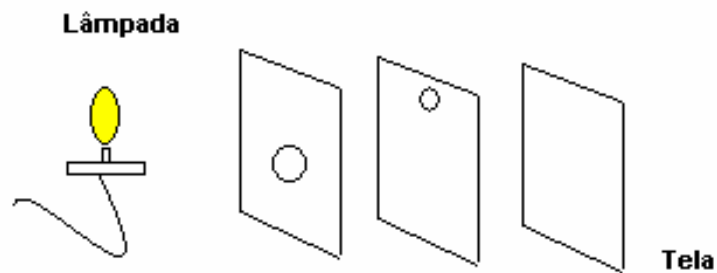
d) ( ) formada por inúmeras cores

5 – Marque V para verdadeiro e F para falso.

Para que uma lente funcione é importante que o material seja principalmente:

- ( ) de madeira                      ( ) plano  
( ) curvo                              ( ) de vidro

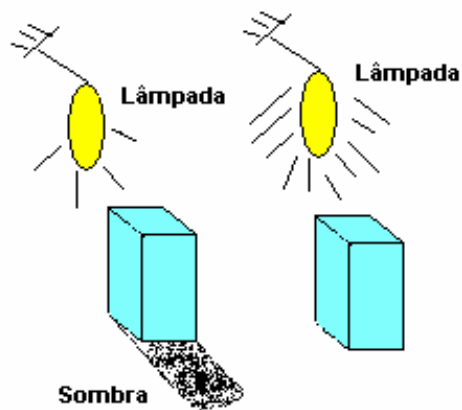
6 – Ao acender a lâmpada, alguma parte da tela ficará iluminada? Complete o desenho e explique brevemente:



Resposta:

---

7 – No caso A, uma caixa é iluminada por uma lâmpada e sua sombra foi desenhada. No caso B, uma caixa igual é iluminada por uma lâmpada que ilumina o dobro da anterior. Desenhe a sombra dessa caixa e justifique.



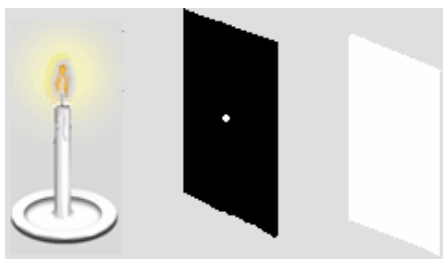
---

---

---

---

8- A luz de uma lâmpada passa pelo orifício da primeira tela. Desenhe a figura que se formará na segunda tela, explicando o resultado:



**Explique:**

---

---

9 – A folha que você está escrevendo reflete luz?

---

---

## ANEXO 2

### QUESTIONÁRIO FINAL.

#### Questionário

Antes da visita ( )

Depois da visita ( )

Nome:

Escola:

Série:

Idade:

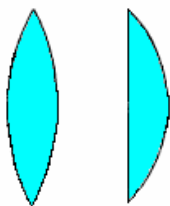
1 – Você já estudou Óptica em sua escola?

( ) Sim

( ) Não

2 – Cruze a coluna da esquerda com a direita.

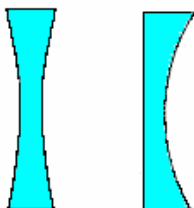
“Lente com barriga” ●



- diminui os objetos.
- aumenta os objetos.

- inverte os objetos
- concentra a luz.
- espalha a luz.

“Lente com cavidade” ●



3 – A luz do Sol visível é:

a) ( ) formada apenas pela cor amarela

c) ( ) formada apenas pela cor alaranjada

b) ( ) formada apenas pela cor branca

d) ( ) formada por inúmeras cores

e) ( ) não tem cor

4 – Para que um material funcione como lente é importante que seja principalmente:

( ) de madeira

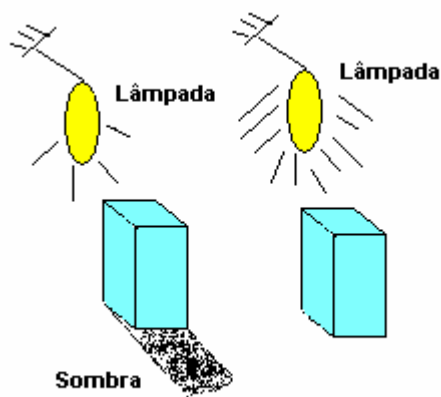
( ) de vidro

5 – Para que um material transparente funcione como lente é importante que sua forma seja:

( ) Plana

( ) curva

6 – A caixa abaixo é iluminada por uma lâmpada e sua sombra foi desenhada. Trocou-se a lâmpada e colocou uma outra lâmpada com o dobro da intensidade da primeira. Desenhe a nova sombra dessa caixa e justifique.



**Resposta:**

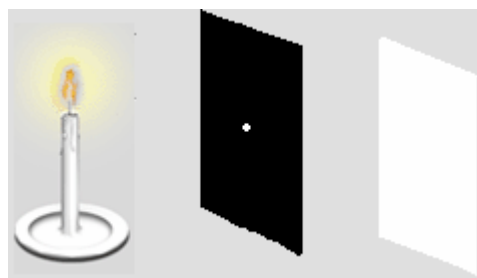
---

---

---

---

7- A luz de uma vela passa pelo orifício da primeira tela (preta). Desenhe a figura que se formará na segunda tela (branca), explicando o resultado:



**Explique:**

---

---

8 – A folha de papel que você está escrevendo reflete luz? Justifique:

---

---

9 – Após conhecer esses experimentos de Óptica, você pretende pesquisar algum assunto referente a esse tema?

sim

não

Justifique:

---

---

10 - Escreva abaixo, qual ou quais experimentos você gostou mais. Por quê?

---

---

**Muito obrigada pela sua participação!**

# *APÊNDICES*

## **APÊNDICE 1**

**Artigo publicado nas atas do V Enpec (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências).**



## APÊNDICE 2

**Termo de consentimento enviado para as direções das escolas que participaram da Pesquisa.**



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(de acordo com as Normas da Resolução nº. 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

O projeto “Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos experimentais de Óptica em museus de ciências e em ambientes escolares” vem sendo desenvolvido pela professora **Grazielle Rodrigues Pereira**, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde (PG-EBS), sob a orientação do **Dr. Robson Coutinho Silva**. A pesquisa em andamento vem ocorrendo em algumas escolas municipais, estaduais e privadas do Rio de Janeiro. O desenvolvimento da pesquisa não proporcionará nenhum prejuízo para o participante envolvido, ou para o pesquisador, ou ainda, para a coordenação do Programa de PG-EBS ou para a instituição IOC/FIOCRUZ.

**O problema investigado:** avaliar através de entrevistas e questionários, as possíveis mudanças de concepções sobre Óptica dos alunos da 8ª série e do 1º ano do ensino médio, após interagirem com os experimentos e participarem das oficinas de Luz, Cor e Visão, na instituição em questão.

**Procedimento:** Esta pesquisa consistirá em responder **questionários e entrevistas**, visando avaliar a visão dos sujeitos envolvidos, em relação aos conhecimentos sobre **Luz, Cores e Visão**, com questionários pré e pós-intervenção. Os sujeitos poderão ser fotografados para fins de pesquisa, informação ou divulgação para educação em/ou para docência, publicado em periódicos ou em meio de divulgação científica, podendo ser em cores ou preto e branco.

**Riscos:** Não existem quaisquer riscos na participação da pesquisa.

**Benefícios:** Os benefícios advindos na participação dos sujeitos vão integrar uma rede de pesquisa sobre ensino de ciências, recebendo continuamente informações sobre a temática da pesquisa. Reconhecendo que além desses benefícios específicos estaremos contribuindo para a melhoria do ensino em geral no Brasil, pois se as novas estratégias de educação testadas se mostrarem efetivas, poderão ser difundidas amplamente no país.

**Confidencialidade:** As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação dos sujeitos envolvidos. Os resultados desta pesquisa serão divulgados em apresentações e ou publicações das áreas de educação e de ensino de ciências. Caso seja necessário, os dados da pesquisa estão disponíveis para o COMITÊ de ÉTICA em PESQUISA da FIOCRUZ.

**Custo e pagamento:** Participar desta pesquisa não implicará em nenhum custo e como voluntário, também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

O COMITÊ de ÉTICA em PESQUISA da FIOCRUZ receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Portanto, gostaríamos de solicitar a anuência da direção desta instituição para que a presente pesquisa seja realizada em suas dependências, agradecendo desde já sua atenção e colaboração.

**Orientador Responsável:**

Dr. Robson Coutinho Silva

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Bloco G do CCS, Ilha do Fundão, RJ

21941-590, Rio de Janeiro, Brasil

Tel. +55 21 2562 6565 Fax. +55 21 2280 8193

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios e autorizo realização dessa pesquisa nessa instituição de ensino, junto aos alunos.

---

**Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006**

## APÊNDICE 3

### Termo de consentimento enviado para a direção do Espaço Ciência Viva e para a direção do CEFET de Química da Unidade Nilópolis.



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(de acordo com as Normas da Resolução nº. 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

O projeto “*Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos interativos de Óptica em museus de ciências e em ambientes escolares*” vem sendo desenvolvido pela professora **Grazielle Rodrigues Pereira**, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde (PG-EBS), sob a orientação do **Dr. Robson Coutinho Silva**. A pesquisa em andamento ocorrerá em algumas escolas municipais e estaduais do Rio de Janeiro, bem como em um museu de ciências. O desenvolvimento da pesquisa não proporcionará nenhum prejuízo para o participante envolvido, ou para o pesquisador, ou ainda, para a coordenação do Programa de PG-EBS ou para a instituição IOC/FIOCRUZ.

**O problema investigado:** avaliar através de entrevistas e questionários, as possíveis mudanças de concepções sobre Óptica dos alunos da 7ª e série 8ª série do Ensino Fundamental, após interagirem com os experimentos e participarem das oficinas de Luz, Cor e Visão, na instituição em questão.

**Procedimento:** No Museu Espaço Ciência Viva, este trabalho consistirá no primeiro momento em: desenvolvimento e construção de módulos experimentais sobre Óptica para o acervo do museu. No segundo momento: promover visitas de estudantes a esses módulos, e avaliar a visão dos sujeitos envolvidos por meio de questionários e entrevistas, antes e após a interação com os novos módulos de Óptica. Os novos módulos experimentais sobre Óptica poderão ser fotografados para fins de pesquisa, informação ou divulgação para educação em/ou para docência, publicado em periódicos ou em meio de divulgação científica, podendo ser em cores ou preto e branco.

**Riscos:** Não existem quaisquer riscos na participação da pesquisa.

**Benefícios:** Os benefícios advindos na participação dos sujeitos, vão integrar uma rede de pesquisa sobre ensino de ciências, recebendo continuamente informações sobre a temática da pesquisa. Reconhecendo que além desses benefícios específicos estaremos contribuindo para a melhoria do ensino em geral no Brasil, pois se as novas estratégias de educação testadas se mostrarem efetivas, poderão ser difundidas amplamente no país.

**Confidencialidade:** As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação dos sujeitos envolvidos. Os resultados desta pesquisa serão divulgados em apresentações e ou publicações das áreas de educação e de ensino de ciências. Caso seja necessário, os dados da pesquisa estarão disponíveis para o COMITÊ de ÉTICA em PESQUISA da FIOCRUZ.

**Custo e pagamento:** Participar desta pesquisa não implicará em nenhum custo e como voluntário, também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

O COMITÊ de ÉTICA em PESQUISA da FIOCRUZ receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Portanto, gostaríamos de solicitar a anuência da direção desta instituição para que a presente pesquisa seja realizada em suas dependências, agradecendo desde já sua atenção e colaboração.

**Orientador Responsável:**

Dr. Robson Coutinho Silva

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Bloco G do CCS, Ilha do Fundão, RJ

21941-590, Rio de Janeiro, Brasil

Tel. +55 21 2562 6565 Fax. +55 21 2280 8193

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios e autorizo realização dessa pesquisa nesta instituição.

---

**Assinatura do diretor da instituição**

**Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006**

## APÊNDICE 4

**Termo de consentimento enviado para os responsáveis dos estudantes, bem como estudantes maiores de idade que participaram da presente Pesquisa.**



Ministério da Saúde  
**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
Instituto Oswaldo Cruz  
Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(de acordo com as Normas da Resolução nº. 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996)

**“Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos experimentais de Óptica em museus de ciências e em ambientes escolares”.**

#### **INFORMAÇÕES AO RESPONSÁVEL**

Seu filho(a), \_\_\_\_\_, está sendo convidado a participar como voluntário em uma pesquisa educacional desenvolvida pela **professora Grazielle Rodrigues Pereira**, tendo o direito de estar ciente dos procedimentos que serão realizados durante a participação dele(a) neste estudo.

Este documento procura fornecer ao(a) Sr.(a) informações sobre a pesquisa em questão. A investigação científica é apoiada pelo Museu de Ciências Espaço Ciência Viva, RJ e pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis – RJ.

Temos como objetivo avaliar, por meio de entrevistas e questionários, possíveis mudanças de concepções dos alunos sobre Óptica (Luz, Cor e Visão) após participar de uma oficina tratando estes temas. Os estudantes poderão ser fotografados para fins de pesquisa e as imagens publicadas em meio de divulgação científica, podendo ser em cores ou preto e branco.

O aluno(a) poderá recusar-se a participar da pesquisa ou, mesmo dela se afastar em qualquer tempo, sem que este fato lhe venha causar qualquer constrangimento ou penalidade por parte da Instituição.

Os alunos que participarem da pesquisa terão uma oportunidade a mais de **aprender conceitos de Óptica que fazem parte da grade curricular educacional**. Reconhecendo que além desses benefícios específicos estaremos contribuindo para a melhoria do ensino em geral no Brasil, pois se as novas estratégias de educação testadas se mostrarem efetivas, poderão ser difundidas amplamente no país.

As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação dos estudantes envolvidos.

A participação nesta pesquisa não implicará em nenhum custo e como voluntário, também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

**Desde já, agradecemos sua atenção e colaboração.**

#### **Orientador Responsável:**

**Dr. Robson Coutinho Silva**

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Bloco G do CCS, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, R J

Tel. 21 2562 6565 Fax. 21 2280 8193

**Declaro estar ciente do inteiro teor do Termo de Consentimento para participação no Projeto decidindo-me autorizar o meu filho(a) participar da pesquisa.**

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável

**Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006**

## APÊNDICE 5

### Trabalhos científicos produzidos durante a pesquisa.

**PEREIRA**, Grazielle Rodrigues; RUBINI Gustavo Motta; COUTINHO-SILVA, Robson. **Do lúdico ao científico: desenvolvimento de módulos experimentais interativos sobre Percepção e Visão em ambiente de ensino não formal.** In: IV Encontro de Licenciatura em Física da UFRJ, 2004, Rio de Janeiro. Atas do IV Encontro de Licenciatura em Física – IV ENLIF, set. 2004.

**PEREIRA**, Grazielle Rodrigues; CHINELLI, Maura Ventura; COUTINHO-SILVA, Robson. **Centro de Ciências e sua inserção nas classes populares.** In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. Anais do V Encontro Nacional de pesquisa em Ensino de Ciências - V Enpec, nov. 2005.

SETTE E CÂMARA, Miguel Cantanhede; **PEREIRA**, Grazielle Rodrigues; CHINELLI, Maura Ventura. **O envolvimento em atividades de divulgação científica dos licenciandos em Física: relato de uma experiência do CEFET Química de Nilópolis RJ.** In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, Maranhão. Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física XVII SNEF, jan. 2007.

## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

Ausubel DP. Schema, cognitive structures, and advance organizers. *Amer Educ Res Jour*, 1980; 17: 400-404.

Aaltonen K. Use of the stimulated recall-method as a reflective tool in eliciting practical knowledge of an experienced nursing teacher. Trabalho apresentado na European Conference on Educational Research; 2001 set. 5-8; Lille, France.

Aguiar LE. Começa em Nilópolis a VI Sematec. “Educação e tecnologia para os riscos” é o tema. *Jornal Mural* [on line]. 2000; (280); [Capturado em 26 julho 2006]. Disponível em: <http://www.cefeteq.br/jornalmural/index.htm>.

Alexandre MJO. A construção do trabalho científico: um guia para projetos, pesquisas e relatórios científicos. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

Angelini AL, Netto SP, Rosamilha N. Análise de conteúdo da psicologia educacional. *Psicol. Esc. Educ*, 2001 jun; 5(1): 83-90.

Arroio A. Concepções alternativas como barreiras no aprendizado de ciências. *Revista Eletrônica de Ciências* [on line]. 2006; (31); [Capturado em 16 abril 2006]. Disponível em: [http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_31/educacao.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_31/educacao.html).

Bardin L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1977.

Barros MA, Carvalho AMP. A história da ciência iluminando o ensino de visão. *Revista Ciênc & Educ*, 1998, 5(1): 83-94.

Bassalo JMF. A crônica da ótica clássica. *Cad Bras de Ens de Fís* 1986; 3(3): 138-159.

Bazin M. Ciência na nossa cultura? Uma práxis de educação em ciências e matemática: oficinas participativas. *Educar*, 1998; 14: 27-38.

Bertoletti J. Da interação à interatividade. *Divulgações do Museu de Ciências e tecnologia – UBEA/PUCRS* 2004; 4 (Pub. Esp.):1-218.

Berelson B. *Content Analysis in Communications Research*. Nova York: Hafner Press; 1952.

Brasil. Ministério da Educação. INEP. Estatística de Professores do Brasil. [on line]. 2003; [Capturado em 26 abril 2006]. Disponível em: [www.inep.gov.br/estatisticas/professor2003](http://www.inep.gov.br/estatisticas/professor2003)

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. INEP. Programa Internacional de Avaliação de Alunos – Pisa. [on line]. 2003; [Capturado em 16 maio 2006]. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/internacional/Pisa/Novo/oquee.htm>.

Bravo BM, Pesa MA. Concepciones de alumnos (14-15 años) de educación general básica sobre la naturaleza e percepción del color. *Invest em Ens de Ciên* [on line]. 2005, 10 (3) [capturado em 06 jul. 2006]. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10\\_n3\\_a3.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a3.html)

Cardella M. Science is not for me. Visitors' attitudes to learning in an Italian science centre. *Joun of Sci Comun* [on line]. 2006, 5(2); [Capturado em 10 out. 2006]. Disponível em: URL: [http://jcom.sissa.it/archive/05/02/Jcom0502\(2006\)A02/](http://jcom.sissa.it/archive/05/02/Jcom0502(2006)A02/)

Carrascosa J, Pérez DG, Vilches A, Valdés P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad Bras de Ens de Fís. Ag.* 2006; 23(2):157-181.

Cazelli S, Queiroz G, Alves F, Falcão D, Valente ME, Gouvêa G, et al. Tendências Pedagógicas das Exposições de um museu de ciências. In: Guimarães V; Silva G A (coords.). *Implantação de Centros e Museus de Ciências.* Rio de Janeiro: UFRJ; 2002, p. 208 - 218.

Chaves A, Shellard RC. *Física para o Brasil: pensando o futuro.* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física; 2005, p. 239 – 243.

Colinvaux D. Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. *Hist, Ciên, Saúde-Manguinhos* 2005; 12 (suplemento): 79-91.

Costantin, ACC. *Museus Interativos de Ciências: espaços complementares de Educação. O Surgimento da Primeira Instituição Brasileira.* Rio de Janeiro; 2001. Doutorado (Tese em educação, gestão e difusão em biociências) - Departamento de Bioquímica Médica do Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ.

Coutinho-Silva R, Persechini PM, Masuda M, Kutenbach E. Interação Museu de Ciências - Universidade: Contribuição para o Ensino Não Formal de Ciências. *Ciên Cult* 2005 out./nov; 57(4): 24-25.

Coxall H. Museum text as mediated message. In: *The Educational role of The Museum.* London: Routledge; 2004, p. 215- 222.

Deslandes SF, Assis SG. Abordagens quantitativa e qualitativa em saúde: o diálogo das diferenças. In: Minayo MCS, Deslandes SF. *Caminhos do Pensamento: epistemologia e método.* Rio de Janeiro: Fiocruz; 2002, p.195-223.

Dorea, G, Segurado R. Continuidades e discontinuidades em torno do debate científico. *São Paulo em Persp*, 2000 jul./set.; 14(3):20-25.

Driver R, Easley J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Stud. Sci. Educ* 1978; (5): 61-84.

Ekarv M. Combating redundancy: writing texts for exhibition. In Hooper-Greenhill E. In: *The Educational role of The Museum.* London: Routledge; 2004, p. 201-204.

Enne O (coord.). *Praça da Ciência Itinerante: 10 anos de experiência.* Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2005.

Falcão D, Gilbert J. Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. *Hist, Ciên, Saúde-Manguinhos* 2005; 12 (suplemento): 93-115.

Falk JH, Dierking LD. *Lessons without limit: How free-choice learning is transforming education.* Walnut Creek, CA: AltaMira Press, 2002.



Falk JH, Storksdiech M. Learning science from museums. *Hist, Ciên, Saúde-Manguinhos* 2005; 12 (suplemento): 117-43.

Garnett R. The Impact of Science Centers/Museums on their Surrounding Communities. *Questacon* [on line]. Canberra, Austrália; 2003. [Capturado em 20 agosto 2006]. Disponível em:

[http://www7.nationalacademies.org/bose/Impact\\_Study\\_Final\\_Report\\_InformalSci\\_Resource.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bose/Impact_Study_Final_Report_InformalSci_Resource.pdf)

Gaspar A. *Museus e Centros de Ciências: Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico*. São Paulo; 1993. Doutorado (Tese em Educação) – USP; 1993.

Gaspar A, Hamburguer EW. *Museus e Centros de Ciências: Conceituações e propostas de um referencial teórico*. In: Nardi R. *Pesquisas em Ensino de Física*. São Paulo: Escrituras; 2001. p. 115-135.

Gesso acartonado. *Rev Arq & Urb.* [on line]. 1999 out/nov [capturado em 10 maio 2005]. Disponível em: <http://www.catep.com.br/dicas/gesso%20acartonado.htm>.

Gevertz R. *Pensando Alto: escolas e centros de ciências – educação formal e não-formal*. In: Crestana S, Castro MG, Pereira, GRM. *Centros e Museus de Ciências: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência*. São Paulo: Saraiva; 1998. p. 69-74.

Gilbert JK, Swift DJ. Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conception research program. *Scie Educ*, 1985; 69(5): 681-696.

Gilmore E, Sabine J. *Writing readable text: evaluation of the Ekarv Method*. In: *The Educational role of The Museum*. London: Routledge; 2004, p. 205-210

Gircoreano JP, Pacca JLA. O ensino da Óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. *Cad Cat de Ens de Fís* 2001; 18(1): 26-40.

Goulart SM, Dias ECN, Barros SLS. *Conceitos Espontâneos de Crianças sobre Fenômenos Relativos à Luz: análise qualitativa*. *Cad Cat de Ens de Fís* 1989; 6(1): 09-20.

Hamburger AI. *Ciência para tirar mistérios*. In: Crestana S, Castro MG, Pereira, GRM. *Centros e Museus de Ciências: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência*. São Paulo: Saraiva; 1998. p. 51-62.

Hierrezuelo J, Montero A. *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Barcelona: Laia / M.E.C; 1988.

Hobsbawn E. *A Era das Revoluções - 1789 - 1848*. 4º ed. São Paulo: Paz e Terra; 1982.

Hooper-Greenhill E. *Educacion, communication and interpretation: towards a critical pedagogy in museums*. In: Hooper-Greenhill E. *The Educational role of The Museum*. London: Routledge; 2004. p. 03-27.

Johnson-Laird PN. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1983.

Kuhn T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2005.

La Rosa C, Mayer M, Patrizi P, Vicentini-Missoni M. Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. *Eur Jour of Sci Educ* 1984; 6(4): 387-397.

Lahera J, Forteza A. *Ciências Físicas nos ensinos fundamental e médio: modelos e exemplos*. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

Leon A. *El Museo: teoria, praxis e utopia*. Madrid: Ediciones Cátedra; 1978, p. 51.

Lins de Barros HGP. A cidade e a ciência. In: Massarani L, Moreira IC, Brito F (Org.). *Ciência e Público*. Rio de Janeiro: UFRJ; 2002. p. 25-41.

Loureiro JMM. Museu de Ciência, Divulgação Científica e Hegemonia. *Ciën da Inf* 2003, jan./ abr; 32(1):88-103.

Lüdke M, André MED. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

Marandino M. Perspectivas da pesquisa educacional em museus de ciências. In: *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Unijuí; 2006. p. 89-122.

\_\_\_\_\_. *O Conhecimento Biológico em Exposições de Museus de Ciências: análise do processo de produção do discurso expositivo*. São Paulo; 2001. Doutorado (Tese em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. *A Biologia nos Museus de Ciências: a questão dos textos em Bioexposições*. *Ciência e Educação* 2002; 8(2): 187-202.

Mascarenhas S. A Ciência para tirar mistérios. In: Crestana S, Castro MG, Pereira, GRM. *Centros e Museus de Ciências: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência*. São Paulo: Saraiva; 1998. p. 15-25.

Mayring, Ph. *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. In: *Introdução à pesquisa social qualitativa*. 5ª ed. Weinheim: Beltz, 2002.

Mercadante, AA. *História é Vida: As Sociedades Modernas e Contemporâneas*. 3ª ed. Rio Grande do Sul: Mercado Aberto; 1993.

Minayo MCS. *O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 8ª ed. São Paulo: Hucitec; 2004.

Minayo MCS. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 22ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

Moreira IC, Massarani F. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: Massarani L, Moreira IC, Brito F (Org.). *Ciência e Público*. Rio de Janeiro: UFRJ; 2002. p. 43-64.

Mortimer EF. Conceptual change or conceptual profile change? *Sci & Educ*, 1995; 4 (3): 267-285.

Novak JD, Gowin DB. *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press; 1984.

Nussenzveig HM. *Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica*. 3.ed. São Paulo: Edgard Blücher, v. 3, 1999.

Oppenheimer F. A Rationale for a Science Museum. In: Hein H. *The exploratorium: the museum as laboratory*. Smithsonian Institute, 1990.

Osborne JF, Black P. Young children s (7-11) ideas about light and their development. *Inter Jour of Sci Educ* 1993; 15(1):83-93.

Padilla J. Conceptos de Museos y Centros Interactivos. In: Crestana, Silvestre, (coord.), *Educação para a Ciência: Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciências*. São Paulo: Livraria da Física; 2002, p.113 – 142.

Pádua EMM. *Metodologia da Pesquisa: abordagem teórico-prática*. 10ª ed. Campinas, SP: Papirus; 2004.

Pedrosa I. *O Universo da Cor*. Rio de Janeiro: SENAC; 2003.

\_\_\_\_\_. *Da Cor a Cor Inexistente*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Léo Christiano, Co-editora Univ. Brasília; 1989.

Porlán R, Rivero A. *El conocimiento de los profesores: una proposta en el área de ciencias*. Sevilla: Diáda, 1998.

Portela GL. *Abordagens teórico-metodológicas. Projeto de Pesquisa no ensino de Letras para o Curso de Formação de Professores da UEFS*; 2004.

Posner GJ, Strikek K, Hewson P, Hertzog W. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Sci Educ* 1982; 66(2):211-227.

Pozo JI. *Aprendizes e Mestres*. Porto Alegre: Artmed; 2002.

Prates F. Quando a Ciência seduz. *Revista CNI-Ind Bras* 2006; (64):30-34.

Queiróz G, Krapas S, Valente ME, David E, Damas E, Freire F. Construindo saberes na mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do Museu de Astronomia e Ciências Afins/Brasil. *Rev Bras de Pesq em Ens de Ciênc* 2002 maio/agosto; 2(2):77-88.

Reis BSS. *Expectativas dos professores que visitam o Museu da Vida/Fiocruz*. Rio de Janeiro; 2004. Mestrado (Dissertação em Educação) – UFF.

Rubini G, Kurtenbach E, Coutinho-Silva R. Coisas que Giram - a conservação do momento angular de forma interativa. Apresentação no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física; 2005 jan. 24-28; Rio de Janeiro, Brasil.

Saad FD. Centro de Ciências: as atuais vitrinas do mundo da difusão científica. In: Crestana S, Castro MG, Pereira, GRM. Centros e Museus de Ciências: visões e experiências: subsídios para um programa nacional de popularização da ciência. São Paulo: Saraiva; 1998. p. 21-25.

Santos GL. O ensino de Física na 8ª série do 1º Grau segundo a fala de professores da rede municipal de ensino do Rio de Janeiro: um estudo exploratório. Rio de Janeiro; 1997. Mestrado (Dissertação em Educação) – UERJ.

Santos H, Rezende F. Formação de Orientadores para a Educação a Distância: Contribuições dos recursos de comunicação síncrona e assíncrona. Trabalho apresentado no VIII Congresso Internacional de Educação a Distância; 2001agos. 6-8; Brasília, Brasil.

Schall VT. Pedagogia e Didática/Pesquisa e Avaliação. In: Guimarães, Vanessa; Silva, Gilson Antunes. (coords.). Implantação de Centros e Museus de Ciências. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002, p. 313 – 318.

Silva CMG. Explorando a visão do Parque da Ciência/MV: o impacto de uma atividade sobre o que pensa o público escolar a respeito da noção de lente. Rio de Janeiro; 2004. Mestrado (Dissertação em Educação) – UFF.

Silva GA. Montagem de exposições de difusão científica. In: Crestana, Silvestre, (coord.), Educação para a Ciência: Curso para Treinamento em Centros e Museus de Ciências. São Paulo: Livraria da Física; 2002, p. 253 – 260.

Silva JA, Kawamura MRD. A natureza da luz: Uma atividade com Textos de Divulgação Científica em Sala de Aula. Cad Cat de Ens de Fís 2001; 18(3): 317-340.

Valente ME, Cazelli S, Alves F. Museus, ciência e educação: novos desafios. Hist, Ciênc, Saúde-Manguinhos 2005; 12 (suplemento): 183-203.

Vieira E, Santos MB, Moraes R. Interatividade em museus e centro de ciências. Apresentação na 2ª Reunião Regional da SBPC/RS; 2006 abril 6-7; Rio Grande do Sul, Brasil. [capturado em 10 janeiro 2007]. Disponível em:  
<http://www.pucrs.br/eventos/sbpc/pucrs/mesaredonda/002.pdf>

Vieira V, Bianconi ML, Dias M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. Cienc Cult 2005 out./dez; 57(4): 21-23.

Vieira V. Análise de espaços não-formais e sua contribuição para o ensino de ciências. Rio de Janeiro; 2001. Doutorado (Tese em educação, gestão e difusão em biociências) - Departamento de Bioquímica Médica do Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ.

Villani A. Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. Ciên & Educ 2001; 7(2):169-181.

\_\_\_\_\_. Idéias Espontâneas e Ensino de Física. Rev de Ens de Fís 1989; (11):130-147.

Villani A., Pacca JLA, Kishinami RI, Hosome Y. Analisando o ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes. Rev de Ens de Fís 1983; 5 (2): 3-16.

Zemansky FW, Sears MW. Física: Ótica, Física Atômica. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico; 1962. 3v.