



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**O Impacto de Exposições Museológicas na Motivação para
Aprender Ciências**

Franco de Salles Porto

Brasília/DF

Dezembro/2008



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

O Impacto de Exposições Museológicas na Motivação para Aprender Ciências

Franco de Salles Porto

Dissertação de mestrado apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília sob orientação da Prof^a. Dra. Erika Zimmermann como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, área de concentração Ensino de Física.

Brasília/DF

Dezembro/2008

FOLHA DE APROVAÇÃO

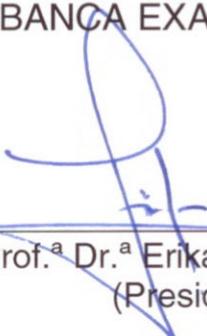
FRANCO DE SALLES PORTO

O IMPACTO DE EXPOSIÇÕES MUSEOLÓGICAS NA MOTIVAÇÃO PARA APRENDER CIÊNCIAS

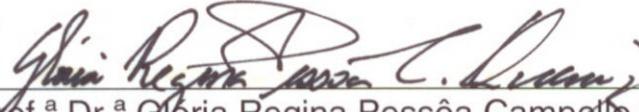
Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 11 de dezembro de 2008.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Erika Zimmermann
(Presidente)



Prof.^a Dr.^a Gloria Regina Pessoa Campello Queiroz
(Membro externo não vinculado ao Programa – UERJ/RJ)



Prof.^a Dr.^a Maria Luiza de Araújo Gastal
(Membro interno vinculado ao Programa – FE/UnB)

Este trabalho é dedicado aos meus maiores tesouros: à minha adorável esposa, Márcia Gleide, pelo companheirismo, amor, carinho, incentivo e compreensão, mesmo com o longo abandono imposto nesses anos;

aos meus filhos, João Gabriel, Bianca e Bruna, pelo tempo que lhes era devido e que o presente trabalho tomou, em prol de um ensino mais eficaz. Eles são para mim um presente de Deus e herança de um amor;

aos meus pais, dona Deusília e seu Ruy, pelo apoio, amor, educação e a formação moral que me deram, sem a qual este trabalho não poderia existir;

e à minha irmã, Andréia, pelos estímulos e por todo amor e carinho que tem por mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pai de toda sabedoria, pela oportunidade de vida e por ter me dado forças para superar as muitas dificuldades encontradas.

À minha orientadora, Erika Zimmermann, pelos preciosos conhecimentos a mim concedidos, desde os tempos da graduação, e também por ter aceitado me orientar com a dedicação, apoio, encorajamento e disponibilidade que sempre dispensou ao longo de todos esses anos.

Ao SENAI, empresa na qual trabalho, pelos momentos em que precisei me ausentar e pelos horários concedidos durante a trajetória desta dissertação.

Aos meus amigos e parentes que, de alguma forma, me ajudaram e encorajaram durante esta busca.

Muito obrigado!

A única coisa que interfere com meu aprendizado é a minha educação. Educação é o que resta depois de ter esquecido tudo que se aprendeu na escola.

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a possibilidade de se complementar a educação científica escolar no ensino das ciências, através da parceria museu-escola. Assim sendo, a partir dessa parceria, levou-se uma exposição museológica sobre Óptica para uma escola pública da Região Administrativa de Taguatinga – DF, a fim de observar o comportamento de uma turma de Ensino Médio ao visitar a exposição. A exposição, baseada nos trabalhos de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), objetivava motivar os estudantes-visitantes a aprender Óptica mostrando o modo como ela foi utilizada por grandes mestres da pintura na criação de suas telas. Fazia parte da exposição uma imensa câmara escura com um pequeno orifício em um dos seus lados, para a passagem da luz vinda de um objeto de fora da câmara, a ser projetado em uma tela localizada em seu interior. Assim, tinha-se pronto o produto exigido para o mestrado profissionalizante. No entanto, resolveu-se fazer também uma pesquisa empírica, pois desejava-se descobrir se a exposição motivava a aprendizagem dos visitantes. Para tanto, planejou-se uma pesquisa qualitativa, com a coleta de dados em três momentos. Nos dois primeiros momentos, observou-se a interação dos alunos antes e durante a visita à exposição. O terceiro ocorreu em sala de aula com a professora-colaboradora. Os resultados do estudo mostram a possibilidade de que atividades desse tipo agucem a curiosidade em relação às ciências, contribuindo para melhorar o processo de ensino-aprendizagem de ciências. Portanto, acredita-se que a parceria museu-escola pode ter influência positiva no processo educacional.

Palavras-chave: Museu – Ciências – Câmera Escura – Espaços não-formais de Educação.

ABSTRACT

The objective of that work was to study the possibility to complement the school science education through a partnership museum-school. So, starting from this partnership, an exhibition about optics was build and taken to a public school of Taguatinga - DF, to observe the behavior of a group of students visiting the exhibition. Part of the exhibition was a camera obscura with a small hole in one on their sides, for the passage of the light coming from of an object outside which was projected in a screen inside the camera. The whole exhibition was based on the work of Queiroz, Barbosa-Lima and Santiago (2006). The exhibition was the teaching product demanded for the professional master's degree. However, it was also decided to do an empiric research to understand whether the exhibition could motivate visitors' learning of science. To do so it was planned a qualitative research that had three moments of data collection. In the first two moments, the interaction with the group of students was observed and video-taped. The third moment of observation happened back in the classroom with the teacher-collaborator. The results of this study show the possibility that such activities can sharpen visitor's scientific curiosity, thus contributing to improve the process of science learning. Therefore, it is believed that the partnership museum-school, with school exhibitions can have positive influences upon the science learning processes.

Key-words: Museum – Science – Camera Obscura – Spaces for non-formal Education.

LISTA DE FIGURAS

Ilustração 1: Pirâmide de Maslow.....	23
Ilustração 2: Câmara escura em formato de tenda utilizada por Kepler em 1620.....	71
Ilustração 3: Raio ou feixes de luz.....	73
Ilustração 4: Taça que é refletida e invertida no fundo de uma câmara escura	74
Ilustração 5: Lentes convergentes.....	75
Ilustração 6: Feixe de luz passando por lente convergente	75
Ilustração 7: Simbologia lente convergente.....	75
Ilustração 8: Simbologia de lente divergente.....	75
Ilustração 9: Raios de luz passando por lente convergente e lente divergente.....	76
Ilustração 10: Construção de imagem em lentes esféricas.....	77
Ilustração 11: Desenho de Cornelius Varluz.....	79
Ilustração 12: Esquema dos raios de luz através do prisma e de uma câmara lúcida ..	79
Ilustração 13: “O astrônomo” de Jan Vermeer	81
Ilustração 14: “Moça com Brinco de Pérola”	83
Ilustração 15: Confecção da Câmara Escura.....	84
Ilustração 16: Estrutura de metal da Câmara Escura.....	85
Ilustração 17: Vista explodida da Câmara Escura.....	86
Ilustração 18: Montagem da Câmara Escura	87
Ilustração 19: História da “Moça com Brinco de Pérola”	97

Ilustração 20: Discussão com os alunos sobre a formação da imagem da centopéia de pelúcia no interior da Câmara Escura 107

Ilustração 21: Monitor convidando os alunos a entrarem na Câmara Escura 109

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
2. JUSTIFICATIVA.....	17
3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
CAPÍTULO 1 – QUADRO TEÓRICO	20
1.1. APRENDIZAGEM E MOTIVAÇÃO	20
1.1.1. <i>Teoria da Hierarquia das Necessidades Humanas</i>	22
1.1.2. <i>Metodologias de Ensino e Motivação</i>	26
1.2. O ENSINO FORMAL DE CIÊNCIAS	31
1.2.1. <i>A Prática Científica e o Ensino de Ciências</i>	32
1.2.2. <i>Abordagens do Ensino de Ciências</i>	34
1.2.3. <i>CTS e Letramento Científico</i>	37
1.3. EDUCAÇÃO NÃO-FORMAL DE CIÊNCIAS	39
1.3.1. <i>Divulgação Científica nos Museus</i>	42
1.3.2. <i>Museus de Ciências – Espaços de Educação Não-Formal</i>	44
1.3.3. <i>Papel Educativo dos Museus de Ciência</i>	52
1.3.4. <i>Museus de Ciências no Brasil</i>	53
1.4. MOTIVAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES E APRENDIZAGEM	56
1.4.1. <i>Aprendizagem no Museu</i>	59
1.4.2. <i>Parceria Museu-Escola</i>	66
CAPÍTULO 2 – PLANO E EXECUÇÃO DA EXPOSIÇÃO	69
2.1. A EXPOSIÇÃO DA CÂMERA ESCURA	69
2.2. ORIGENS E USO DA CÂMARA ESCURA	71
2.3. A FÍSICA E A CÂMARA ESCURA	72
2.3.1. <i>Construção das Imagens com Lentes</i>	76
2.4. ORGANIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DA “CÂMARA ESCURA”	77

2.4.1. <i>Moça com Brinco de Pérola</i>	81
2.5. ORGANIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DA “CÂMARA ESCURA”	83
2.6. A EXPOSIÇÃO ITINERANTE	87
CAPÍTULO 3 – CAMINHO METODOLÓGICO	88
3.1. CONTEXTUALIZANDO A INSTITUIÇÃO DE ENSINO	88
3.2. QUESTÃO DA PESQUISA	91
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	92
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	93
(1) <i>Entrevistas</i>	93
(2) <i>Observação</i>	94
CAPÍTULO 4 – O TRABALHO DE CAMPO.....	96
4.1. PRIMEIRO ENCONTRO EM SALA DE AULA.....	96
4.2. DIÁLOGOS DURANTE A EXPOSIÇÃO.....	99
4.2.1 <i>Grupo 1</i>	100
4.2.2. <i>Grupo 2</i>	108
4.3. ENTREVISTA PÓS-EXPOSIÇÃO MUSEOLÓGICA.....	119
4.3.1 <i>Entrevista com a Professora-colaboradora</i>	120
4.4. RESULTADOS DAS ANALISES	121
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
RESPONDENDO A QUESTÃO DE PESQUISA	124
(1) <i>Contexto Pessoal do Aluno-Visitante</i>	125
(2) <i>Contexto Físico da Exposição da Câmara Escura</i>	125
(3) <i>Contexto Social da Visita à Exposição</i>	127
(4) <i>O Contexto da Mediação</i>	128
(5) <i>Conteúdo da Exposição</i>	129
REFLEXÕES FINAIS	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
APÊNDICE	141

INTRODUÇÃO

O tema desse trabalho foi construído a partir da minha experiência como estudante de Física e como professor, de reflexões sobre o papel do Ensino de Ciências, e das experiências com o planejamento e montagem de objetos para aprendizagem de Física, como, por exemplo, uma geladeira de demonstração e aprendizagem de termodinâmica.

1. Contextualização do Problema

É incontestável que a Ciência, devido à sua natureza e, sobretudo, ao seu desenvolvimento, deixou de ser um assunto de, e para, cientistas, e diz respeito à sociedade de maneira geral. Os desenvolvimentos alcançados pela ciência e tecnologia (C&T) são determinantes para o nosso modo de vida, e esta influência tende, sem dúvida, a aumentar. A ciência e a tecnologia, além de fazerem parte do nosso dia-a-dia, e nem nos damos conta disso, também entram diariamente em nossas casas através dos jornais, rádio, televisão, internet e outros.

Essa forte influência que a ciência e a tecnologia exercem em nosso cotidiano leva (ou melhor, deveria levar) as pessoas a questionarem que pesquisas científicas ou tecnológicas devem ser financiadas, quais editais devem ser lançados pelos agentes de fomento.

Cada vez mais os cidadãos precisam discutir assuntos que envolvem a ciência e a tecnologia, pois é necessária a tomada de posições, como a mencionada acima (que tipo de pesquisa há de ser financiada), e decisões em suas vidas que são afetadas pela C&T. Um exemplo recente das discussões relacionadas com C&T é a celeuma sobre utilização de embriões e de células-tronco para pesquisas. Outro exemplo recente dessas discussões diz respeito à interrupção da gravidez em caso de fetos anencéfalos (sem cérebro). Essa última discussão toca em outra controvérsia importante e que afeta a todos, pois o que está sendo discutido é quando se dá o início e o fim da vida, trazendo de volta a pergunta feita pelo Ministro Marco Aurélio Mello, do Supremo Tribunal Federal: “Se entendermos que sem

cérebro há vida, como autorizar a retirada de órgãos, depois de constatada a morte cerebral, que é o critério atual?”

A tecnologia, sem dúvida, muda de forma marcante a vida das pessoas. Por exemplo, o desenvolvimento tecnológico dos meios de comunicação e acesso à informação deu-se de maneira impressionantemente rápida. A facilidade com que estamos conectados dia e noite a qualquer parte do mundo através da Internet, que nos permite acessar as mais variadas informações sobre qualquer assunto, em poucos minutos, mudaram de fato a nossa forma de viver, ver e pensar.

Esse desenvolvimento, por outro lado, tem separado as sociedades mundiais não mais de acordo com a riqueza, mas sim com o acesso à informação e tecnologia de cada sociedade. Assim, surge o iletrado científico e tecnológico, que é o cidadão incapaz de utilizar socialmente, no seu cotidiano, o conhecimento científico e tecnológico. Esse cidadão acaba, assim, excluído das decisões tomadas pela sociedade em relação à ciência, tecnologia e meio-ambiente. Ele não opta se deve-se financiar mais uma pesquisa para produção de alimento de qualidade ou para a produção de um celular que “converse com o cachorro”. Esse, em geral, é o cidadão que, influenciado pela sociedade de consumo, adquire um novo celular a cada ano.

Apesar dos incontestáveis benefícios das inovações tecnológicas, elas produzem inúmeras ansiedades em muitas pessoas, principalmente para aqueles com pouco acesso às informações e conhecimento de C&T. A ciência e a tecnologia têm sido vistas, por muitos, como a salvação para todos os males, e por outros, como a causadora dos problemas - são as duas faces de Jano. Questões como bombas atômicas, usinas nucleares, alimentos geneticamente modificados, lixo radioativo, aquecimento global, clonagem e outros tantos são apenas alguns exemplos dos temas que despertam desconfiança da população leiga em relação à

ciência e à tecnologia. A falta de letramento científico¹ da população é, justamente, o que tem impedido o cidadão comum de tomar decisões conscientes no seu dia-a-dia por não compreender assuntos como esses. Não fala-se aqui de compreender esses assuntos em profundidade, uma vez que, para muitas decisões, não é necessário um conhecimento profundo de ciência e tecnologia. As decisões de que se fala podem ser coisas como decidir, no supermercado, a compra, ou não, de alimentos com gordura “trans”, ou alimentos geneticamente modificados, ou ainda se lhe fará mal à saúde a ingestão de frangos com gripe aviária. É só lembrarmos que, no auge da incidência dessa gripe, o preço do frango caiu assustadoramente.

Para que a sociedade possa ser agente desse tipo de decisões, é necessário que se invista em uma cultura científica de qualidade para os cidadãos. A escolaridade obrigatória no nosso país é de apenas nove anos (dos seis aos quatorze anos de idade) e devemos lembrar que, durante esse período, são dadas as bases para o letramento científico. Ou seja, é durante esse período de escolarização que o cidadão adquirirá o conhecimento necessário que o permitirá compreender as situações do seu cotidiano e tomar decisões conscientes. É durante esse período que podem surgir crianças que se sentem mais atraídas por temas científicos do que outras e, como consequência, algumas dessas podem optar por carreiras científicas ou tecnológicas. Ao adulto, porém, já fora do sistema escolar, as possibilidades de buscar um espaço de aprendizado relacionado à ciência e tecnologia são bastante reduzidas.

O sistema formal de ensino não tem dado conta de letrar científica e tecnologicamente a população. O exercício da cidadania, nessa sociedade tecnológica, conforme foi argumentado até aqui, requer muito mais do que é oferecido pelo sistema formal de educação. Gaspar (1993) defende que:

Ensinar é tarefa da escola. Este é um consenso em todo o mundo, que chamamos de civilizado. À família, à sociedade, cabe educar: transmitir a

¹De forma simplificada, uma pessoa cientificamente letrada é aquela que efetivamente faz uso das informações e conhecimentos científicos no plano social, no seu cotidiano. Por exemplo, essa pessoa sabe que, para esfriar uma sala de forma adequada, o aparelho de ar condicionado deve ser instalado perto do teto, já que o ar quente sobe e o frio desce.

língua materna, hábitos e costumes, valores morais e cívicos. Até algum tempo atrás era possível supor que, dessa forma, todo conhecimento humano seria alcançado e transmitido de geração a geração. Hoje, entretanto, isso não é mais verdade. Mesmo que a escola fosse, por hipótese, uma instituição eficiente, fiel a seus objetivos, livre das críticas e queixas que atualmente se voltam contra ela até nos países desenvolvidos, ser-lhe-ia impossível abarcar todo esse conhecimento. Não há tempo, não há espaço em seus limitados currículos e programas e, mais ainda, não há como acompanhar o vertiginoso progresso científico e tecnológico dos nossos dias. (...) Cada vez mais a humanidade, em sua imensa maioria, está alheia às suas próprias conquistas (p. 32).

Aqui aparece o papel dos espaços de educação não-formal, ou seja, de espaços que complementam as atividades e o aprendizado escolar, despertando o interesse por temas científicos e tecnológicos da população em geral. Esses espaços têm condições de alcançar tanto as crianças e jovens que freqüentam a escola como o cidadão que se encontram fora do sistema escolar. Refletindo sobre ter um complemento para o aprendizado escolar e inspirando-se nas exposições existentes em museus de ciência, decidiu-se planejar e construir uma exposição museológica de ciência (Física) que pudesse ser levada para a escola, a fim de motivar o aprendizado de certos temas de C&T. Considerou-se, assim, que poderia-se fazer um acordo com uma escola para, em parceria com um professor de Física, trabalhar algum conteúdo da disciplina que pudesse ser transposto para uma exposição museológica. Assim, esse trabalho tem como objetivo o planejamento e construção de uma exposição museológica itinerante.

Cabe aqui ressaltar ainda acreditar que exposições museológicas geram nos visitantes estímulos que os levam a se interessar por assuntos de C&T. Quando as exposições estão articuladas em torno de grandes temas, elas permitem abordar com naturalidade não apenas conceitos e fenômenos ligados às ciências exatas e tecnológicas, mas também questões focadas pelas artes, ciências biológicas, sociais e humanas.

O que se quer com a exposição planejada e construída para esse trabalho é complementar a educação científica escolar e, assim, aumentar a compreensão pública da ciência nos alunos visitantes.

2. Justificativa

A decisão de aprender, em princípio, parece não poder ser influenciada pela ação pedagógica. Cada professor acredita que seus alunos manifestam por eles mesmos o desejo de saber e a vontade de aprender e se envolvam nas atividades de aprendizagem. A motivação é tida pelos professores como pré-existente no aluno, independente, portanto, da ação do professor. Tudo isso parece ser verdade; mesmo a literatura na área de Ensino de Ciências mostra que aprender ou não aprender é uma decisão do aluno (CACHAPUZ, et al, 2005). No entanto, a literatura afirma que, mesmo que a decisão de aprender esteja na mão do aluno, ele pode ser levado a desejar dependendo da motivação que lhe for oferecida pelo professor. Portanto, a motivação pode conduzir o aluno a querer aprender.

Programas de televisão e de computadores, rádio, jornais, zoológicos, hortos botânicos e museus são considerados importantes fontes de motivação para aprendizagem. No entanto, como defendem Mamede e Zimmermann (2005), esses ambientes e ferramentas vão muito além, contribuindo para o letramento científico e tecnológico, não só de estudantes, mas da sociedade como um todo.

Gaspar (1993) aponta que os museus, instituições consideradas como espaços de educação informal², têm grande potencial para motivar a aprendizagem. Segundo este autor, uma das grandes vantagens desses espaços em relação ao espaço escolar é que nesses não existem as pressões de avaliação que normalmente são exercidas nas escolas de ensino formal. Além disso, os museus não têm as limitações que são encontradas na maioria das instituições de ensino formal. Museus têm condições materiais bem mais favoráveis que as escolas, por possuírem, em geral, uma grande variedade de recursos e materiais educativos disponíveis, trabalhados e apresentados de forma atraente (GASPAR, 1993).

² Prefere-se para isso a expressão educação não-formal. Esses dois conceitos serão discutidos em outro momento.

Tendo em vista o fato acima exposto, defende-se o uso de exposições itinerantes de ciência em escolas para motivar a aprendizagem dos alunos. Acredita-se que exposições bem planejadas podem ajudar os visitantes a se apropriarem do conhecimento científico e tecnológico. Entende-se também que, de forma geral, a compreensão pública da ciência não depende apenas da escola. É necessário lembrar que muitos nem chegam à escola e outros já não a freqüentam; assim, as exposições do tipo aqui proposto, quando levadas a locais públicos, podem, também, cumprir o papel de levar conhecimento a uma parte da população que, em geral, tem pouco acesso ao conhecimento de C&T por não mais freqüentarem uma escola.

Como já mencionado, defende-se que as exposições apresentadas em museus de ciência e espaços semelhantes motivam a aprendizagem científica. No entanto, é necessário ressaltar que motivação não significa aprendizagem; isso nos leva a questionar o impacto das exposições museológicas para a aprendizagem dos visitantes. Esse trabalho pretende planejar e construir uma exposição itinerante para freqüentar as escolas do Distrito Federal. A exposição, que pode ser vista como uma ferramenta educativa é, portanto, um produto para o ensino, como exigido como requisito para obtenção do mestrado. No entanto, parece pouco ter apenas um produto para ser usado na escola sem saber se esse produto terá alguma eficácia. Não basta levar a exposição para a escola e ver os alunos a visitando, aspira-se saber qual o impacto da exposição.

É necessário ressaltar que, na literatura pertinente, não foram encontradas pesquisas que analisassem a motivação para aprender causada durante visitas a exposições museológicas de ciências.

Esse trabalho trata, portanto do planejamento de uma exposição interativa, que instigue e mobilize a curiosidade dos alunos de uma escola do DF (será um estudo de caso³), através da interação dos alunos com os objetos da exposição e

³ Estudo de caso é um tipo de metodologia de pesquisa que será tratada em outro capítulo.

com o monitor. Uma vez montada na escola, será iniciado um trabalho de visitação planejado para examinar o impacto da exposição na motivação dos alunos-visitantes.

3. Estrutura da Dissertação

O trabalho foi estruturado em uma introdução e quatro capítulos. No primeiro capítulo é apresentado o quadro teórico que fundamenta esse trabalho. Nele são expostas as idéias de diversos autores com relação a aprendizagem e motivação, e são discutidos o ensino formal (sistema formal de ensino de ciências) e o não-formal, que acontece em museus e outros espaços. Finalmente, discute-se a motivação que exposições museológicas podem ocasionar para a aprendizagem, bem como a importância da interação escola-museu como fator de contribuição para o aprendizado.

O segundo capítulo trata do planejamento e construção da exposição museológica “A Câmara Escura”, ou seja, esse capítulo apresenta o produto de ensino de Óptica produzido para obtenção do título de mestre.

O processo metodológico trilhado para a realização da pesquisa sobre o impacto da exposição para aprendizagem de Óptica é apresentado no Capítulo 3. Nele é discutido como são abordadas as questões de pesquisas em que se baseia a construção dos dados. Em seguida, há um detalhamento e justificativa do itinerário metodológico da pesquisa. Este capítulo apresenta ainda um delineamento e uma discussão do contexto escolar onde se deu a pesquisa e discute os caminhos percorridos dentro da presente investigação. É mostrada a análise dos dados obtidos nesta caminhada, conduzindo à busca e à obtenção de respostas sobre o impacto da exposição na curiosidade dos visitantes.

Finalizando, no quarto capítulo é discutido o trabalho de campo e são apresentados os resultados da pesquisa sobre a exposição realizada com a câmara escura, produto da presente pesquisa. Este trabalho termina com as considerações finais a que se chega ao término dessa pesquisa.

CAPÍTULO 1 – Quadro Teórico

A fundamentação teórica, que será discutida neste capítulo, além de servir como embasamento para justificar a organização da exposição da Câmara Escura e sua itinerância pelas escolas, objetiva também subsidiar a investigação que examina o impacto causado na motivação para aprender dos alunos que visitam essa exposição. Para isso, essa fundamentação divide-se em quatro temáticas: o ensino de ciências; a motivação e a aprendizagem científica; a divulgação científica; e os museus de ciência e o papel educador de suas exposições.

1.1. Aprendizagem e Motivação

A motivação humana tem sido alvo de estudos desde o final do século XIX. Estudos que tem como tema a motivação tornaram-se importantes quando se passou a tratar de temas multidisciplinares e com aplicação a diversas áreas das atividades humanas. Estudiosos da psicologia, pedagogia, filosofia, administração, marketing, estratégia militar, ciências sociais e políticas, economia e muitas outras contribuíram e receberam contribuições de estudos sobre motivação humana (RAPPAPORT et al, 1982; LA TAILLE et al, 1992).

Entre os principais postulados que obtiveram consenso entre pesquisadores dessas áreas, está o de que o ser humano pode realizar tarefas por obrigação ou por pura motivação, mas, em ambos os casos, a motivação tem papel fundamental, podendo influenciar direta e indiretamente os resultados das ações realizadas. Tarefas realizadas com maior nível de motivação podem ter resultados com diferença de qualidade, eficiência, velocidade, memorização, persistência, esforço, empenho e dedicação, entre outras variáveis (BERGAMINI, 1980; MAITLAND, 2000; BIAGGIO, 2000). Nos processos de ensino e aprendizagem isso não é diferente, uma vez que o fator motivação é inerente ao ser humano em qualquer atividade que este exerça ou a qual se submeta, fazendo parte de sua própria essência enquanto ser. No entanto, assim como o professor pode motivar os alunos, ele também pode frustrá-los, seja por tolher a motivação dos seus alunos, ou apenas por não investir nela ou não considerá-la importante para o processo de aprendizagem (TELES, 1983).

Motivar ou frustrar educandos não é apenas uma questão de decisão pessoal ou atitude do professor, é algo que também tem relação com a abordagem pedagógica. Ações antagônicas, que vão desde a agressão física e restrição dos movimentos corporais até a liberdade para escolher o conteúdo, o local e o momento das aulas, já foram consideradas pedagogicamente corretas de acordo com o lugar e a época. Nesse quadro de grande variabilidade, o fator motivação também tem maior ou menor aceitação (FURTER, 1966; FREIRE, 1987; WERNECK, 1992; CASTRO, 1994; PILETTI, 2000; OLIVEIRA, 2003).

A interação é um dos aspectos que mais se relaciona com a motivação em termos de aprendizagem. Uma atividade é dita interativa quando ela é compartilhada, quando ocorrem trocas e influências recíprocas, ou quando acontece uma experiência ativa, que não se dá, necessariamente, entre duas ou mais pessoas, mas pode acontecer entre uma pessoa e um objeto. Portanto, pode-se dizer que as ações que os alunos realizam sobre os objetos são interações dos alunos com os objetos. É a interatividade que motiva a atividade intelectual, ela é a mola propulsora das ações dos alunos (SCHUCH; AXT; TAROUÇO, 1999). Portanto, é a interatividade que desencadeia o interesse dos alunos. Nesse aspecto, o interesse se fundamenta no aspecto afetivo, ou seja, na motivação, pois é por meio do interesse que escolhemos as atividades que queremos realizar.

Com o avanço da informática, as pesquisas sobre motivação e interatividade têm se voltado quase que exclusivamente para a aprendizagem via computador, ou seja, para a Educação à Distância. No entanto, a interatividade tem uma existência bem mais real e concreta. A interatividade está presente em jogos, esportes, brinquedos, exposições, fantasias, experiências e explorações, entre outras. Momentos interativos apresentam, geralmente, características comuns, como sua potencialidade de envolver o participante de forma intensa num clima de entusiasmo; uma atmosfera que geralmente induz ao comportamento espontâneo e

criativo; existência de integração social; estímulo à exploração⁴, à descoberta do novo; sentimento de autoconfiança e autonomia. São momentos altamente motivadores (PIAGET, 1977; VYGOTSKY, 1996; FARIA, 1995; BROUGÈRE, 2002; FREIRE, 1996).

Partindo do princípio construtivista, Boruchovitch e Bzuneck (2001) abordam que a motivação é um fator psicológico que leva a uma escolha e faz iniciar um comportamento direcionado a um objetivo. Os fatores que representam motivação para um dependem do enfoque adotado pelo autor. Deste modo, na sala de aula, as atividades do aluno dependem da motivação, como esporte, lazer, brinquedo ou trabalho profissional. Os alunos devem executar atividades de natureza cognitiva, que exigem atenção e concentração, processamento, elaboração e integração da informação e raciocínio.

Os efeitos da motivação do aluno envolvem tarefas pertinentes ao processo de ensino-aprendizagem e implicam envolvimento e aplicação de esforços no processo de aprender. A compreensão do professor e da escola em relação à motivação tem como elemento relevante a constatação de que existem problemas potenciais; deste modo, essa deve ser a mais intensa possível.

1.1.1. Teoria da Hierarquia das Necessidades Humanas

O ser humano não é movido todo o tempo, em todas as suas atividades, por mera obrigação ou devido ao fenômeno da motivação. Esta pode ser entendida como o conjunto de processos que dão ao comportamento do indivíduo uma intensidade, uma direção determinada e uma forma de desenvolvimento próprias da atividade individual. Algumas coisas podem ser realizadas apenas por motivação, sem haver nenhum tipo de obrigação legal, contratual, hierárquica, técnica ou de outra natureza, como, por exemplo, sorrir para alguém, fazer uma doação ou cantar em um karaokê; outras coisas englobam alguma forma de obrigação, mas mesmo

⁴ A investigação temática que se dá no domínio do humano e não do das coisas, não pode reduzir-se a um ato mecânico. Sendo processo de busca, de conhecimento, por isso tudo, de criação, exige de seus sujeitos que vão descobrindo, no encadeamento dos temas significativos, a interpretação dos problemas (FREIRE, 1987, p. 100).

nessas atividades obrigatórias, a motivação pode ter grande influência. Como resultado, pesquisadores como Bergamini (1980) e Maitland (2000) acreditam que em toda atividade, obrigatória ou não, necessária ou não, há certa influência do fator motivação, e essa influência pode ser determinante de diversas características dos resultados das ações humanas nas suas variadas atividades, como a qualidade, a rapidez, o alcance, a eficiência, a presteza e outras. Estudar é uma importante atividade humana, a ela - assim como a todas as demais - certamente se aplicam os efeitos dos níveis de motivação de quem a realiza; nesse caso, os estudantes.

Segundo Maitland (2000), dentre várias teorias que se propõem a explicar e a estudar a motivação humana, uma delas apresenta grande credibilidade e permitiu uma idéia consideravelmente completa: a pirâmide de Maslow. Essa pirâmide é baseada na premissa de que o ser humano tem seus motivos organizados de forma hierárquica em cinco etapas, ou seja, em ordem de prioridade e importância. Essa ordem é colocada numa pirâmide com cinco níveis, sendo que as pessoas procuram antes satisfazer o primeiro nível, e somente estando esse em um estado considerado satisfatório, partem para o próximo. Em ordem de importância crescente, essas necessidades seriam: fisiológicas (fome, sede, sono e repouso); de segurança (estabilidade, ordem); sociais (família, amizade e outras); de auto-estima (auto-respeito, aprovação); e de auto-realização (desenvolvimento de capacidade), como se pode observar na figura 1.



Ilustração 1: Pirâmide de Maslow

Fonte: Maitland, 2000

Maitland (2000) acrescenta que, mesmo com vários níveis da pirâmide em estado satisfatório, se um dos níveis inferiores deixarem de ser satisfeitos, a

motivação da pessoa se desloca imediatamente para baixo, ou seja, para um recomeço de satisfação do nível mais básico para o mais elevado:

(...) um homem está em uma esquina conversando com um amigo, satisfazendo suas necessidades sociais (nível 3). Se, porventura, um louco brandindo uma faca chegar até ele, as necessidades de segurança (nível 2) desse homem não estarão mais satisfeitas, uma vez que ele não se encontra livre da ameaça do ataque. Com isso ele foge, muito mais preocupado em resolver as necessidades de segurança, localizadas num nível mais baixo, do que as de nível mais alto, como as sociais (MAITLAND, 2000, p. 08).

O ser humano visto por essa teoria é como um eterno insatisfeito que possui várias necessidades, podendo estas ser mantidas por um período curto ou longo, relacionadas a uma hierarquia em que uma de suas necessidades só será prioritária quando outra estiver parcialmente ou totalmente satisfeita. As pessoas podem perder a motivação quando as necessidades básicas não são satisfeitas, desde as fisiológicas até as do ego. À medida que essas necessidades são satisfeitas, a motivação direciona-se para outra necessidade e passa a dominar o comportamento da pessoa (MORAES e VARELA, 2007).

O indivíduo inserido nessa hierarquia dará prioridade às necessidades que são consideradas fundamentais à sua existência, como as de caráter fisiológicos e de segurança, satisfazendo, posteriormente, as necessidades consideradas sociais, de estima e auto-realização. Atingindo o topo da pirâmide, ou seja, quando satisfeitas suas necessidades, não se pode dizer que a motivação da pessoa cessou. Maitland (2000) explica que a motivação não cessa, pelo contrário, ela aumenta e vai ao encontro de uma maior satisfação. Nessas condições, a motivação é considerada algo que se repete periodicamente. Entretanto, o autor destaca que isso só poderá acontecer quando seguida a teoria da hierarquia proposta por Maslow.

É importante perceber que essa teoria demonstra como estão interligadas as necessidades do ser humano com a motivação para aprender. Essa motivação, com fins didáticos, será cada vez menor, caso as necessidades de base não estiverem sendo satisfeitas. A motivação tem suas origens nas necessidades primárias. Assim, cabe ao educador valorizar e trabalhar as necessidades de base do indivíduo. A motivação é um elemento determinante no processo de aprendizagem. É sabido que

o professor não conseguirá uma aprendizagem eficaz se o aluno não estiver livre de problemas fisiológicos, como fome, sede e desconforto, ou de segurança, livre de perigo físico e de medo. Vencida essa etapa, ou seja, quando essas necessidades básicas estão satisfeitas, quando o aluno se desenvolve afastando-se de suas raízes biológicas e psicológicas, o ser humano passa a buscar as necessidades seguintes. Então, surgem os outros motivos preponderantes na sua vida, os fatores sociais e culturais, como necessidade por reconhecimento, aceitação pelas pessoas, realização máxima do seu potencial, talento e capacidade. Moraes e Varela (2007) concluem que “a pirâmide tem como característica importante a visão de um indivíduo contemplado em seu todo, daí a importância de sua aplicabilidade na escola” (p.5).

Bergamini (1980), também defende essa teoria e acrescenta que, embora ela enfoque a motivação, baseada numa constante relação de necessidade, expectativa e satisfação, o ser humano se mostra muito mais complexo, além do alcance desta ou de outras teorias, devido ao grande número de variáveis a serem consideradas em seu comportamento.

O assunto não comporta, portanto, uma quantificação, bem como uma qualificação rigorosa e exatamente científica, mas muito da observação do comportamento das pessoas pode ser utilizado para explicar alguns aspectos interessantes sobre o tema (BERGAMINI, 1980, p. 126).

A autora acredita que ninguém motiva ninguém, explicando essa premissa através da diferença entre duas noções diferentes: a motivação e movimento. O movimento são fatores apenas impulsionadores, como prêmios, que fazem a pessoa se mover para obtê-los, mas que, se removidos, cessam a ação.

Um motivo divide-se usualmente em dois importantes componentes: impulso e objetivo. O termo impulso refere-se a um processo interno que incita a pessoa à ação. O impulso pode ser influenciado pelo meio ambiente externo – pela temperatura, por exemplo -, mas é interno. Um motivo termina ao ser atingido um objetivo ou ser obtida uma recompensa. O objetivo ou recompensa apresentam certo afeito saciante sobre o motivo. O motivo deixa de orientar o comportamento por um período de tempo (MURRAY, apud BERGAMINI, 1980, p. 126-127).

Para Bergamini (1980) o fenômeno é endógeno, isto é, acontece de dentro pra fora, ou seja, externamente podem-se colocar recompensas, mas isso não leva o indivíduo a ter determinado comportamento. Como exemplo, a autora comenta que uma vida mais longa e saudável pode ser obtida através de exercícios físicos, mas

nem todos se sentem motivados a fazê-los, embora, teoricamente, pareça um prêmio considerável para todos. Em um contexto educacional, essa motivação externa, mediada por recompensas, é vista por Silva (2004) como uma forma prejudicial ao desempenho do aluno, pois acaba produzindo uma situação de interesse não pelo aprendizado, e sim pelo prêmio, e faz com que o aluno aprenda o “jogo” e pergunte “o que vai cair na prova?”; isto é o mesmo que perguntar “professor, afinal, que comportamento eu devo demonstrar”?

Normalmente, as pessoas já trazem consigo todo um potencial, uma tendência a certas motivações, e aquele que pretende lidar com um grupo de pessoas como, por exemplo, um professor e seus alunos, pode apenas ajudar a liberar esse potencial através de estímulos externos, mas não poderá criar diretamente dentro da pessoa o apetite ou a vontade de fazer algo (TELES, 1983). Ao contrário, há o poder de inibir as vontades que a pessoa já tinha, não dando condições para que ela atinja seus objetivos pessoais; isso em linguagem psicológica é chamado de frustração⁵.

Um educador que sabe contextualizar seus conteúdos, levando seus alunos a compreenderem sua utilidade para suas vidas, estará, de certa forma, usando fatores externos, estimulando os estudantes a adquirirem esse conhecimento; esse estímulo é considerado motivação para aprender. Pode-se dizer, então, que um aluno motivado é aquele que sente vontade de adquirir conhecimento, que tem curiosidade, sem ganhar premiação por essa atitude.

1.1.2. Metodologias de Ensino e Motivação

A pedagogia apresenta diferentes correntes, escolas, de pensamento, teorias, métodos e sistemas que, de uma maneira ou de outra, passam a gozar de maior popularidade em algum contexto ou época, sendo adotados por planos oficiais educacionais de governos e por instituições particulares de ensino. É comum que

⁵ “Por inúmeras razões, as motivações frequentemente não se manifestam de modo livre ou adequado. A interferências ou o entrave de uma motivação pode provir de várias fontes” (TELES, 1983, p. 41)

em certos lugares e épocas, coexistam instituições de ensino que adotam métodos educativos totalmente diferentes, às vezes antagônicos; mas entre toda essa diversidade pedagógica, alguns elementos podem ser comuns, como o objetivo final, que é o aprendizado, e a necessidade de motivação dos alunos para aderir ao sistema e ao programa.

Para autores como Teles (1983), LA Taille (1986), Pilletti (2001) e Oliveira (2003), dentre outros, considerando a história, as fases e a evolução da pedagogia no mundo ocidental, podem ser identificadas três grandes escolas de pensamento: empirista, racionalista e construtivista.

O empirismo parte do princípio que a fonte do conhecimento é a experiência; assim, o desenvolvimento da inteligência é determinado pelo meio ambiente e não pelo sujeito, ocorrendo, portanto, de fora para dentro. É a idéia de que o ser humano é passivamente submetido às forças do meio, que provocam suas reações, sendo que as consideradas satisfatórias são incorporadas e as demais são descartadas. A teoria empirista é baseada em um modelo que a psicologia conceitua como aprendizagem “estímulo-resposta”, em que a aprendizagem é considerada apenas quando o sujeito acerta. O aluno, dessa forma, é levado a memorizar a teoria repetindo-a por inúmeras vezes, pois ele é uma espécie de tabula rasa, uma folha em branco, alguém que ainda não possui conhecimento.

O professor, dentro de uma corrente empirista de ensino, é o único conhecedor do saber e possuidor do poder estabelecido por hierarquia. Com isso, o aluno fica impedido de fazer descobertas por si só. O desenvolvimento e o aprendizado do aluno podem ser totalmente modelados de fora, a força que o determina se encontra apenas nos estímulos externos e não no próprio educando. Nessa abordagem, a motivação não tem papel algum (LOPES, 2001).

A abordagem racionalista é contrária à empirista. Lopes (2001) coloca que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelo próprio indivíduo e não pelo meio, sendo, portanto de dentro para fora. Nesse caso, o ser humano já teria nascido com a inteligência pré-moldada. A lógica, por exemplo, seria uma capacidade inata do homem. À medida que o aluno vai amadurecendo, vai reorganizando sua inteligência pelas percepções que tem da realidade externa.

Essas percepções dependem de capacidades que são inerentes ao indivíduo e não dos estímulos externos (LOPES, 2001). O conhecimento, nesse contexto, é puramente intelectual, tendo como fonte a razão. Nessa abordagem, a motivação seria o centro do aprendizado, mas a qualidade da pedagogia e da didática não fariam nenhuma diferença para o mesmo.

A abordagem construtivista parte do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio, ou seja, o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio. O aluno responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada. Nesse caso, a motivação e a qualidade da pedagogia e da didática seriam fatores igualmente importantes para o processo de ensino/aprendizado. Nessa perspectiva, o aprendizado é um processo ativo, em que o aluno constrói idéias ou conceitos novos, tendo como base seus conhecimentos prévios e os que ainda se encontram em estudo, em sua estrutura mental. A corrente construtivista é uma das mais difundidas e aceitas na atualidade (LOPES, 2001).

Bruner (1976) refere-se ao aprendizado como sendo um processo no qual o aluno levanta novas idéias ou conceitos, baseado em seus conhecimentos pré-existentes. A informação obtida pelo aprendiz é por ele filtrada e transformada, ele constrói suas hipóteses e toma decisões, contando, para isso, com uma estrutura cognitiva. Para o autor, a estrutura cognitiva (os esquemas, modelos mentais) dá sentido e organização às experiências do aluno, permitindo-lhe avançar além do conteúdo que lhe é apresentado durante o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, para que isso ocorra, é necessário um ensino planejado, em que o desenvolvimento intelectual do aprendiz é considerado. A interação ordenada entre professor e aluno é fundamental para o desenvolvimento intelectual do estudante. Portanto, o crescimento intelectual do indivíduo depende mais do processo educacional do que suas capacidades inatas.

Não é difícil perceber a tendência das duas primeiras abordagens pedagógicas, a empirista e a racionalista, em gerar um ensino inerte no que diz respeito à motivação, ou em causar frustração nos educandos. Pelo que foi discutido

até aqui, pode-se concluir que a abordagem construtivista é a que busca motivar o aluno, pois, para isso, parte dos conhecimentos que o aluno já tem.

Sobre os fundamentos do processo de ensino e aprendizagem, e o papel da motivação dentro da abordagem construtivista, cabe mencionar o pensamento de Freire (1996), que preconiza que ensinar não é apenas transmitir conhecimento, mas criar meios para sua produção, ou seja, sua construção. O autor critica a estrutura tradicionalista do ensino, baseado em um professor transmissor, agente portador do saber e do poder, e um aluno como mero objeto da formação. Freire (1996) adverte sobre a necessidade de um método em que o aluno e o professor possam trabalhar juntos, rumo ao saber e à consciência crítica, mas que, para isso, é fundamental instigar a curiosidade e o interesse através da motivação, sendo essa a principal tarefa do professor.

(...) o processo de aprender, em que historicamente descobrimos que era possível ensinar como tarefa não apenas embutida no aprender, mas perfilada em si, com relação a aprender, é um processo que pode deflagrar no aprendiz uma curiosidade crescente, que pode torná-lo mais criador (FREIRE, 1996, p. 12).

Furth & Wachs (1979) reafirmam que é necessário trazer a atenção, o foco, do aluno para a atividade desenvolvida e não para o professor.

A criança é envolvida e focaliza sua atenção na atividade e não no professor como se ele fosse uma fonte de conhecimento. Esse princípio de centralização da atividade [...] desonera o professor do papel impossível de ser objeto, causa e razão par toda atenção de todas as crianças, ao mesmo tempo. (FURTH e WACHS, 1979, p. 78)

Desta forma, percebe-se que, entre os conceitos formadores de uma pedagogia que considera a motivação do aluno, está esse fator bem colocado por Paro (2000), ao considerar o sistema de ensino e respeitar a condição humana do aluno e não o contrário. Freire (1996) aborda ainda mais de perto a questão, defendendo o respeito que o professor deve ter pelo saber do aluno, pelas suas experiências e práticas adquiridas no meio em que vive, não somente no sentido estrito de “respeitar”, mas como também de empregar esse conhecimento, ou seja, de fazer uso da realidade do aluno, contextualizando o seu saber.

(...) por que não discutir com os alunos a realidade concreta com que se deva associar a disciplina cujo conteúdo ensina [...] Por que não estabelecer uma ‘intimidade’ entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos? (FREIRE, 1996, p. 15)

O educador deve buscar, dentro do conteúdo por ele ministrado, algo para que os alunos percebam a relação desse conteúdo com o seu dia a dia, com a intenção de fazê-los enxergar a necessidade de se apropriar desse conhecimento, afim de que possam obter o acesso ao conhecimento em que estejam verdadeiramente motivados. Moraes e Varela (2007) alertam que os alunos devem ser conscientizados a respeito dos objetivos e das intenções das tarefas escolares, pois os alunos nem sempre percebem o valor dessas atividades, e muitas vezes não conseguem compreender a relação existente entre a aprendizagem e uma aspiração de valor para a sua vida. É o não entender dessas relações que faz com que os alunos não se envolvam com o trabalho. O professor deve possibilitar ao aluno vivenciar e incentivar sua participação nas aulas.

Para Freire (1996), o ser humano tem a ampla vantagem de conseguir ultrapassar barreiras e ir mais além do que antes considerava ser um obstáculo. É bem verdade que o ser humano gosta de desafios, mas para isso há de perceber que o que se apresenta é um desafio e não uma mera tarefa rotineira. A rotina não motiva. O bom educador é capaz de, através de seus conhecimentos, fazer brotar a curiosidade e a capacidade criativa do educando. Na sala de aula, o educador deve provocar e ser aberto a indagações, curiosidades, questionamentos. O conhecimento não é transmitido, é construído.

O conhecimento, que não produz ações, posicionamentos e críticas, está fadado ao esquecimento. O verdadeiro conhecimento deve ser testemunhado, vivido e experimentado, se possível, de forma interativa. A curiosidade é característica essencial a todo ser humano. Toda construção de conhecimento parece ter origem no exercício da curiosidade e insatisfação com o que se conhece; assim, a curiosidade motiva a aprendizagem. O educador deve facilitar o acesso ao conhecimento para os aprendizes, e quanto mais consciente for o professor com relação à motivação, mais fácil será a aprendizagem do seu aluno (MIURA, 2007). Motivação e aprendizagem andam juntas.

Entretanto, criar um ambiente no qual os alunos possam sentir-se motivados constantemente não é tarefa fácil, não existe receita pronta para isso. Em uma pesquisa sobre como professores de ensino fundamental (1ª a 4ª série) motivam

seus alunos, Knüppe (2006) constatou que os educadores até tentam buscar alternativas, através de aulas diferenciadas, e tentam aproximar o conteúdo trabalhado à realidade das crianças. Os professores explicam que, na maioria das vezes, são discutidos assuntos em sala de aula que o aluno desconhece. Ainda dentro dessa pesquisa, outro fator percebido como empecilho para a construção de uma boa aprendizagem foi a falta de motivação entre os professores; desse modo, como podem motivar seus alunos? Eles justificam que problemas como a baixa remuneração e o não reconhecimento da profissão contribuem para que suas aulas tenham um caráter, muitas vezes, tradicional e desmotivante. Knüppe (2006) concluiu nos resultados de sua pesquisa que a desmotivação é o principal motivo pela falta de interesse dos alunos.

Verifica-se, dessa forma, ser cada vez mais complicada uma educação escolar que atenda às necessidades dos alunos. Tem sido uma tarefa muito difícil para a escola conseguir, sozinha, ferramentas para motivar a aprendizagem dos seus estudantes. Uma nova sociedade, que tem como valor o conhecimento e a competência em resolver problemas, nos constantes desafios presentes nesta sociedade rica e complexa em que estamos inseridos (SAAD, 1998). Como então motivar os alunos a se interessar por ciência? Que ferramenta pode auxiliar a motivação nos alunos a aprenderem ciência? Como pode a escola fazer esse trabalho? A resposta a essas perguntas é, sem dúvida, o grande desafio para se ensinar ciências no século XXI. Não há resposta definitiva para elas; no entanto, já existem várias soluções diferentes. Dentre essas, a divulgação científica surge como uma das alternativas para a melhoria do ensino nesse contexto de dificuldades econômicas e sociais.

1.2. O Ensino Formal de Ciências

A inserção cada vez maior da tecnologia na vida cotidiana das pessoas nessas últimas duas décadas tem afetado intensamente a organização das sociedades. Essa inserção invade diariamente nossas vidas, sem que tenhamos tempo de pensar sobre cada uma das novas tecnologias que aparecem no mercado. Assim, acabamos permitindo que essas novidades invadam e modifiquem nossas vidas, transformando significativamente os padrões de vida de toda a sociedade.

Essa permissão, que na verdade nem é dada, ocorre, na maioria das vezes, sem a compreensão necessária do funcionamento dessas novas parafernalias tecnológicas, nem tampouco dos fenômenos científicos que as envolvem (COSTANTIN, 2001). Para que a sociedade possa compreender a ciência e tecnologia a fim de permitir, conscientemente, que esse ou aquele aparato tecnológico venha fazer parte de sua vida, compreendendo seu funcionamento e princípios científicos, se faz necessária uma educação científica e tecnológica de qualidade. Neste caso, é necessária uma educação científica e tecnológica mais contextualizada e mais próxima às necessidades do cidadão.

1.2.1. A Prática Científica e o Ensino de Ciências

Como já mencionado, a ciência tem passado por profundas transformações que abalaram, ou mesmo derrubaram, grandes cânones científicos em suas respectivas áreas de conhecimento. Este é, por exemplo, o caso da física newtoniana, que é posta à prova a partir da teoria da relatividade de Einstein e pela mecânica quântica. Segundo Santos (2003), esta crise não estaria restrita ao âmbito da Física, mas diria respeito à ciência moderna de uma forma geral.

Ainda que não haja consenso quanto a esta questão, alguns autores defendem a emergência de um novo paradigma científico-social, o da Pós-Modernidade. Doll (1997) ressalta que é difícil tentar definir a Pós-Modernidade⁶, visto que este movimento é bastante novo, tendo perspectivas variadas ou mesmo dicotômicas. Entretanto, ele concorda que vive-se uma ruptura com o paradigma da modernidade, visto que as características do conhecimento científico moderno não refletem a prática científica atual. Para muitos, se trataria, na verdade, de uma segunda fase do paradigma da modernidade, já que as mudanças ocorridas dizem

⁶ “[...] a pós-modernidade é definida por idéias mais gerais sobre a caracterização social, econômica e cultural de nossa época (a ‘condição pós-moderna’) e por uma negação daqueles pressupostos epistemológicos que são descritos como tendo caracterizado a análise e o pensamento moderno (a crença na Razão e no Progresso e no poder emancipatório da Ciência, uma concepção ‘realista’ do conhecimento e da linguagem, a confiança nas metanarrativas)[...]” (SILVA, 1993, p. 123).

respeito, sobretudo, ao delineamento dos meios para alcançar os objetivos traçados na modernidade.

Sem pretender aprofundar essa discussão, percebe-se certa mudança de atitude em relação à ciência e ao conhecimento científico em nossa sociedade. Não é difícil perceber que, hoje em dia, de alguma maneira, a ciência não é mais a mesma da Modernidade ou, pelo menos, já não mais partilha de seus princípios fundamentais. Há quem acredite que, embora se tenha rompido com os preceitos epistemológicos e metodológicos modernos, ainda não foi realizado o projeto maior da modernidade, que é o de progresso social baseado, principalmente, no conhecimento científico (HABERMAS, 2000).

A proposta habermasiana de realização do projeto da Modernidade está baseada em uma noção extremamente importante para a Pós-Modernidade: o dialogismo. Habermas (2000) sustenta que deve-se estabelecer uma cultura dialógica entre a ciência e a práxis cotidiana. Ao contrário de uma visão ingênua da ciência como a salvação para os males sociais, passa-se a questionar as conseqüências trazidas pelas realizações científicas. Isso implica em colocar de forma acessível ao público novos conhecimentos resultantes das pesquisas científicas; ou seja, o estabelecimento da comunicação entre ciência e público. Esta é uma tarefa da sociedade como um todo e não somente dos cientistas. A interlocução entre aqueles que fazem a ciência e as demais instâncias sociais coloca-se como um imperativo para definir os limites éticos da prática científica.

Tendo em vista tais mudanças sistêmicas, que giram ao redor da pós-modernidade, seja em função da continuidade ou ruptura com o paradigma positivista, conforme discutido anteriormente, em que se tem apoiado a ciência e a cidadania moderna, percebemos que a ciência tende a caminhar em direção a uma nova perspectiva, a divulgação científica (EDUARDA, 2005). Há necessidade da criação de uma cultura científica pública, que promova não somente o conhecimento de novas descobertas científicas, como também permita aos cidadãos a participação nos processos decisórios que envolvem ciência e tecnologia.

Assim, a pergunta que cabe é: como vem sendo promovido o ensino de ciências? Por que esse ensino não tem dado conta de promover cidadania? Quais os problemas com o ensino de ciências?

1.2.2. Abordagens do Ensino de Ciências

Parece desnecessário afirmar a existência de descompasso entre a prática científica atual e seu ensino, e tal declaração, ao que parece, não necessita de evidências. Esta diferença poderia, facilmente, ser atribuída a uma questão curricular, na medida em que os conhecimentos devem passar por um período de estabilização e de aceitação social antes de serem incluídos no currículo escolar. Entretanto, pode-se perceber que a diferença ressaltada não diz respeito unicamente a uma questão de conteúdo. Na visão de Duarte (2006), essa diferença estende-se às visões da natureza da ciência subjacentes ao trabalho pedagógico.

Em uma tentativa de categorização, que corre o risco de se tornar reducionista, assim como qualquer outra, pode-se distinguir as principais correntes do ensino de ciências em três grandes vertentes, segundo o enfoque pedagógico que assumem: conteudistas, procedimentais, e contextuais (DUARTE, 2006).

As correntes de ensino conteudistas, valorizam a transmissão de uma quantidade enorme de informações aos alunos, sem nenhuma preocupação com o desenvolvimento do raciocínio, nem com a cultura geral propriamente dita. Duarte (2006) caracteriza o ensino conteudista como sendo um movimento pedagógico próximo à visão tradicional de educação. Assim:

(...) o currículo, nesta perspectiva, é enciclopédico, composto por saberes, inquestionáveis, produzidos pela sociedade ao longo de sua história, que tenham sido considerados importantes ou relevantes para a formação humana (DUARTE, 2006, p.39).

O ensino conteudista contribui para a formação de alunos passivos, que “absorvem” (memorizam) quantidades de informações que serão cobradas posteriormente de forma integral. Um ensino desse tipo favorece a denominada “cultura de almanaque” (SANTOS, 2002). Dentro dessa perspectiva, o objetivo da educação é, portanto, a formação de indivíduos eruditos, iniciados nesta cultura letrada. A formação docente, dentro dessa perspectiva, deve ser pautada na

aprendizagem de um grande conjunto de conhecimentos científicos que deverão ser transmitidos nas salas de aula de ciências.

Segundo Duarte (2006), a vertente procedimental é caracterizada pela compreensão de que a ciência é definida pela metodologia utilizada, seja ela indutivista ou dedutivista. Portanto, para os defensores dessa vertente, a ciência é constituída por um conjunto de métodos e técnicas de investigação científica. Desta forma, o ensino deve ser realizado, primordialmente, através de aulas práticas, de caráter experimental. Esta é uma característica que define os conteúdos procedimentais, pois a função dos procedimentos é justamente automatizar conhecimentos, no qual os alunos colocam em ação uma seqüência de passos considerados científicos, de acordo com um plano pré-concebido e orientado para alcançar uma meta. Portanto, dentro dos conteúdos procedimentais, é de fundamental importância a observação atenta do fenômeno em estudo, o estabelecimento de hipóteses, os testes através dos experimentos e os registros dos resultados. Afinal, o ponto alto da educação é preparar o aluno a pensar como um cientista.

A vertente contextual, que encerra nossa tipologia, concebe a ciência como uma prática social, sócio-historicamente situada (DUARTE, 2006). Neste sentido, o ensino de ciências é visto como uma atividade humana ligada à resolução de problemas da sociedade, enfatizando competências e processos de pensamento científicos, e atende à natureza da ciência, na sua perspectiva de interdependência da tecnologia e dos fatores sociais. Dessa forma, cabe à educação orientar o ensino de ciências para uma reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico e tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão (SANTOS, 2007).

Krasilchik (1987) considera que as disciplinas científicas existem para formar um indivíduo com espírito crítico e capacidade de reflexão. No entanto, em sala de aula, nem o sistema, nem o educador tem buscado desenvolver as qualidades que são aceitas como válidas e desejáveis.

O estudo das ciências requer transformações curriculares, que envolvam não só o produto do trabalho no aprendizado dos alunos, mas o seu impacto na escola e nas atividades dos professores.

A autora afirma que os livros são elaborados para atender às necessidades dos professores e buscam suprir as deficiências de formação. Há falta de aula prática para o ensino das ciências, o que modificou os objetivos das aulas. No entanto, o ensino das ciências depende de condições propícias de trabalho, que permitem a realização de aulas práticas, significando um obstáculo no processo de aprendizagem da disciplina.

Nos últimos anos tem-se começado a considerar a importância da dimensão social da ciência e, assim, o seu ensino começa a ter sua ênfase voltada para a ciência como prática social – dentro de uma vertente contextualista. A preocupação do ensino de ciências não se restringe mais ao conhecimento enciclopédico, nem tampouco ao método científico para a formação do cientista, mas à discussão com os alunos, de forma contextualizada, sobre os avanços da ciência, suas causas, os interesses políticos e econômicos (DUARTE, 2006). A ciência deve ser concebida como fruto da criação humana.

Na medida em que não se almeja a formação do especialista, do cientista, o ensino passa a não estar centrado unicamente no conteúdo em si, mas nas suas relações com a vida do indivíduo em seu cotidiano e da sociedade de uma maneira mais ampla. Neste caso, não faz sentido reduzir a aprendizagem das ciências à memorização de conceitos e à aplicação de fórmulas. A participação do cidadão na vida social de uma maneira ampla depende de sua possibilidade de interlocução com questões complexas baseadas em conhecimentos científicos e tecnológicos (DUARTE, 2006, p. 41).

Assim, os novos rumos da educação em ciências, conforme analisado, apontam para a busca da formação de um novo profissional e, acima de tudo, de um novo cidadão. Percebe-se que existe uma forte tendência, dentro do ensino de ciências, para uma educação com abordagem do tipo CTS, Ciência-Tecnologia e Sociedade. A abordagem CTS é direcionada para um ensino que vai além de uma aprendizagem de conceitos, teoria e métodos científicos. O ensino via CTS visa promover a formação de alunos críticos e conscientes de sua atuação enquanto cidadãos, apresentando um caráter interdisciplinar, manifestando como preocupação central os aspectos sociais relativos às interações entre Ciência e Tecnologia, a fim

de que os educandos possam tomar decisões coerentes diante de problemas que envolvam a sociedade.

Nesta perspectiva, o próprio professor deve colocar-se criticamente frente à ciência, buscando compreender suas vantagens e desvantagens, a partir de um posicionamento que também é ético.

1.2.3. CTS e Letramento Científico

É inquestionável que as pessoas devam ter conhecimentos de ciência e tecnologia. As pessoas não podem ficar limitadas a apenas conhecer e saber usar os produtos tecnológicos. É necessário que elas, de certa forma, tenham uma postura de crítica reflexiva e que saibam se posicionar sobre as conseqüências do uso desta ou daquela tecnologia. Que se conscientizem e saibam dar opiniões sobre o uso de tais produtos, frente a uma visão política, cultural e econômica.

A abordagem de ensino de ciências denominada de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) tem como objetivo uma aprendizagem científica que leve os alunos a serem reflexivos, críticos, para se posicionar sobre os usos e conseqüências de C&T. Um dos principais objetivos dessa abordagem é ajudar os alunos a construir conhecimentos científicos, habilidades e valores necessários para tomar decisões e soluções cabíveis e, sobretudo, responsáveis, sobre questões que envolvam ciência e tecnologia (SANTOS & MORTIMER, 2000).

Diversos autores defendem que a abordagem CTS tem como objetivo a alfabetização científica; no entanto, a utilização de “alfabetização científica” vem sendo questionada. Muitos acham que a expressão letramento científico é mais adequada como objetivo para o ensino científico para os ensinos fundamental e médio. O conceito de letramento, original da área de linguagem, se coloca como uma alternativa interessante para o delineamento dos objetivos da escolarização básica e dos espaços não-formais de educação, como é o caso os museus e feiras de ciências.

Os processos da alfabetização e de letramento mantém determinada relação entre si. Porém, é importante explicitar o que se entende por ambos, pois se referem

a coisas distintas (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005). Os conceitos de alfabetização e de letramento são, de certa forma, confundidos e, muitas vezes, sobrepostos; diferenciá-los, portanto, é tão importante quanto aproximá-los.

Alfabetizado refere-se aquele indivíduo capaz de realizar as habilidades e conhecimentos inerentes à alfabetização, ou seja, codificação e decodificação dos sistemas escritos, de maneira compreensiva e compreensível. A alfabetização, dentro de uma perspectiva psicológica, constitui um conjunto de habilidades que envolvem processos cognitivos que operam, no plano individual, na produção e compreensão de textos. Portanto, a alfabetização passa pelo contato sistematizado com o código escrito, podendo ocorrer dentro ou fora da escola, mas que deve necessariamente fazer parte de um processo de aprendizagem (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007).

Já o letramento é um processo contínuo que ultrapassa a leitura e a escrita.

(...) uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia, dentro de um plano social, de uma maneira mais ampla (ZIMMERMANN, MAMEDE, 2005, p. 2).

Um alto grau de letramento seria aquele que permitisse ao indivíduo um bom desempenho discursivo, ou seja, ter capacidade de julgar o que lê e escreve. Essa concepção de letramento contribui para redimensionar e discutir novos objetivos relacionados às práticas efetivas do ensino de ciências (ZIMMERMANN, MAMEDE, 2005). De acordo com essas autoras, cabe ao ensino de ciências, via educação formal ou não-formal, a tarefa de letrar cientificamente os cidadãos, de forma que se sintam capazes de resolver problemas que envolvam ciência no seu dia a dia e, ainda, ter consciência sobre o seu exercício de forma prática e social.

O letramento dos cidadãos vai desde o letramento no sentido do entendimento de princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas a ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público. (SANTOS, 2007, p.480)

Cabe ressaltar que outros espaços públicos, que não as escolas, podem, também, cumprir um papel relevante na formação de cidadãos críticos e na promoção da tomada de decisão para assuntos de ciência e tecnologia (CONTIER; NAVAS; MARANDINO; 2007). Em outras palavras, os espaços de educação não-

formal podem, também, ter como objetivo letrar cientificamente. Os museus de ciências, com suas exposições interativas (condições importantes), são capazes de trazer à tona debates que envolvam ciência, tecnologia e sociedade ao público, reforçando a idéia de como esses espaços podem cumprir um papel expressivo nessa mudança de paradigma da importância de participação do público em assuntos de ciência e tecnologia.

1.3. Educação Não-Formal de Ciências

Nas colocações de Loureiro (2003), a sociologia realiza reflexões acerca da geração e transferência da informação científica, bem como “a participação da sociedade como um todo em tais processos”. A expressão “comunicação científica” foi criada para denominar o processo de produção e transferência de informação científica entre cientistas. A referida comunicação envolve o processo de geração, disseminação e uso da informação científica, desde a concepção até a aprovação do novo conhecimento como sendo científico. Destarte, o autor afirma:

Nos canais de comunicação formal, a informação é balizada por regras, procedimentos e avaliações mais rigorosos, para transmissão por meios de comunicação especializados, como periódicos - o mais utilizado e valorizado -, livros, monografias e obras de referência. Nos canais de comunicação informal, a informação, enquanto proposta de pesquisa, é apresentada intrapares pelo cientista/pesquisador e vai gradualmente obedecendo a procedimentos de formalização, integração e avaliação. Destinada à audiência restrita, é por meio da comunicação informal que o cientista/pesquisador busca entre seus pares críticas, sugestões (LOUREIRO, 2003, p. 90).

Através de um levantamento de trabalhos sobre divulgação científica, Nascimento e Souza (2005) constataram que há muita confusão no que se refere ao termo divulgação científica. Existem vários termos diferentes relacionados à divulgação científica, como, por exemplo, popularização, vulgarização, disseminação e difusão científica. Por entender que esses termos têm sido utilizados como forma de propagar o conhecimento científico (SILVA, 2004), buscou-se, dentro dessa seção, tentar esclarecê-los. Chegou-se à conclusão de que isso seria necessário, uma vez que os museus de ciência realizam divulgação, popularização, vulgarização, etc.

Pasquali (1978 apud Massarani, 1998) define divulgação como sendo a emissão de mensagens de forma organizada mediante a transcodificação de

linguagens, transformando-as em linguagens acessíveis para a totalidade do universo receptor. Quanto ao termo difusão, esta é colocada como sendo o envio de mensagens elaboradas em códigos ou linguagens, de forma compreensiva para todas as pessoas (PASQUALI, 1978 apud MASSARANI, 1998). No entanto, Massarani (1998) diferencia o conceito de disseminação como sendo o envio de mensagens elaboradas em linguagem especializadas, transcritas em códigos, destinadas a receptores selecionados, formado por especialistas, podendo ser da mesma área ou de áreas diferentes.

Bueno (1985) explica que os termos difusão, disseminação e divulgação não possuem o mesmo significado, cada um possui contornos próprios, havendo apenas uma relação de complementaridade entre eles. Assim como Massarani, esse autor denomina vulgarização, popularização e divulgação como sendo sinônimos, que pressupõem o emprego de técnicas de recodificação de linguagem da informação científica, que têm como finalidade chegar ao público em geral e que, para isso, utilizam-se de diferentes meios de comunicação. Com relação ao termo disseminação, esse autor o define de forma também semelhante à de Massarani, como sendo uma forma de transferir informações científicas, transcritas em códigos especializados, destinadas a um público formado por especialistas. Já quanto ao termo difusão, Bueno discorda de Pasquali. Segundo Bueno (1985), difusão científica é abrangente, engloba todo e qualquer processo que envolva a veiculação de informações científicas e inclui em seu conjunto a divulgação (difusão para o público em sua totalidade) e a disseminação (difusão para especialistas), enquanto Pasquali enxerga a difusão com o mesmo significado de divulgação.

Para Loureiro (2003) e Lozada-Chávez e Olivera (2003), a Divulgação Científica tem como objetivo comunicar o conhecimento científico a diversos públicos. Enquanto para Bueno (1985), esta voltada para o público em geral é chamada de divulgação científica, como a comunicação social da ciência e da tecnologia através dos meios de comunicação, ou seja, imprensa, rádio, televisão, internet, entre outros.

Massarani (1998) e Marandino (2001), dentre outros, são exemplos de pesquisadores que atuam nas áreas de educação científica, com foco em atividades

que acontecem fora do ambiente escolar, como os museus e centros de ciências, e utilizam, em suas pesquisas, a expressão divulgação científica.

Silva (2004) explica que o predomínio do uso do termo divulgação científica no país deva-se à influência dos jornalistas científicos, que são os profissionais que mais têm acesso aos meios de comunicação e fazem uso da temática divulgação científica em suas matérias. Essa autora lembra que houve um crescente aumento de revistas de divulgação do conhecimento científico, e cita a revista *Scientific American* como a mais antiga revista do gênero de que se tem notícia no Brasil. Assim, o jornalismo científico tem sido o veículo mais tradicional para a divulgação da ciência para o público em geral (ALBAGLI, 1996).

Tendo em vista o que foi exposto e apoiando-se no conceito colocado por Bueno (1985, p. 1422), a divulgação científica pode ser vista como forma de transferir ao público leigo informações especializadas de natureza científica e tecnológica, usando diferentes meios de comunicação. Assim, identificamos os museus de ciências como sendo espaços de divulgação científica. Portanto, para essa pesquisa que tem como foco exposições musicológicas, o termo divulgação será usado para nos referirmos a esses espaços.

A Divulgação Científica é denominada de "popularização da ciência", sendo este termo mais utilizado dentro da tradição de países anglo-saxônicos, a partir da década de 1950, para caracterizar atividades que buscam difundir o conhecimento científico para públicos não especializados (LOZADA-CHÁVEZ; OLIVERA, 2007).

A DC torna-se um instrumento para transmitir conhecimentos e tecnologias que ajudem a melhorar a vida das pessoas e que dêem suporte a desenvolvimentos econômicos e sociais sustentáveis. Portanto, alguns professores com instrumento pedagógico auxiliar podem ter um importante papel de apoio às atividades escolares. Todavia, ela não deve ser vista apenas pelo seu caráter complementar ao ensino formal.

1.3.1. Divulgação Científica nos Museus

Os museus de ciência, em sua perspectiva de divulgação científica para a sociedade em geral, vêm assumindo um papel relevante. Esses espaços têm exercido a função de mediação entre a produção da ciência e a sociedade; ou seja, museus realizam Divulgação Científica.

O conceito de museu mudou nos últimos anos. O termo era geralmente associado a “velharia”. Quando se falava em museu pensava-se em galpões “empoeirados e atulhados de trastes, visitados em longas peregrinações escolares e logo depois esquecidos” (ANDERSON, 1998, p 143). No entanto, o que se vê na atualidade, nos museus de ciência, o ponto alto dessas instituições são a interatividade e o entretenimento (PORTO & ZIMMERMANN, 2007).

O surgimento dos primeiros museus públicos ocorreu no século XVII e XVIII, na Europa, em consequência do interesse pela cultura e pelas ciências que a sociedade da época impunha e, também, na tentativa de organizar o saber existente, expressados pelos enciclopedistas franceses (DANILOV, 1992 apud GASPAS, 1993). Porém, nessa mesma época já eram sugeridos por alguns filósofos e cientistas, como por exemplo, René Descartes, Francis Bacon e Wilhelm Leibniz, a criação de museus destinados às ciências (GASPAS, 2003). Leibniz defendia que esse tipo de museu poderia despertar nas pessoas outros conhecimentos, provocar novas invenções e “divulgar as novidades engenhosas da mecânica”. (CAZELLI, 1992, p. 13); esse projeto, segundo a autora, foi ignorado.

Considerado como o primeiro museu de caráter público, o Ashmolean Museum, surgiu no ano de 1683, na universidade de Oxford. Esse museu, de acordo com Gaspar (2003), destinava-se aos alunos da universidade, onde eram expostas as coleções de história natural de Elias Ashmolean, ou seja, os minerais, animais fossilizados e empalhados e várias espécimes de animais e vegetais. A educação desenvolvida nesses museus não era voltada ao público em geral, e sim à academia, que tinha como objetivo o crescimento do conhecimento científico mediante pesquisas. As exposições dos objetos que se davam nesses espaços eram em vitrines, e a comunicação verbal tinha um caráter acadêmico e autoritário

(CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003). Segundo Cazelli (1992, p. 14), os conceitos museológicos obedecidos nos atuais centros e museus têm sua origem no Deutsches Museum, fundado em 1903, em Munique, na Alemanha. Esse museu foi um marco para a moderna museologia dos museus de ciência, 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. Depois, organizados sob a mesma tendência de interação com os visitantes e estruturados com a perspectiva de introdução da discussão social do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, vieram o Museum of Science and Industry de Chicago, em 1933, e o Palais de la Découverte, 1937, em Paris (CAZELLI, 1992, p. 14).

Após a segunda Guerra Mundial, os museus de ciências cresceram, não apenas em números, mas também em qualidade. Isso se deve às transformações e aos avanços tecnológicos da segunda metade do século XX (COSTANTIN, 2001). Dentre alguns museus que surgiram nesse período pós-guerra, Costantin (2001) cita o Ontario Science Centre, em Toronto, o Nehru Science Centre, em Bombay e o Singapura Science Centre. Nesses espaços, os objetos expostos tinham por finalidade a educação, ou seja, os visitantes podiam tocar os objetos e manusear equipamentos, o que não era permitido, até então, na grande maioria dos museus. Estimular o público a participar das exposições, manipulando os objetos, foi um passo importante para interação direta com o visitante.

Em 1969, organizado por Oppenheimer, que criticava a interatividade que se restringia a “apertar botões”, é inaugurado o Exploratorium, o museu de ciência de São Francisco (CAZELLI, 1992, p. 37). Oppenheimer afirmava que “era necessário uma interação física do usuário com o objeto, tendo como veículo a percepção, para promover o fortalecimento da conexão de manipulação com o raciocínio” (COSTANTIN, 2001, p. 197). Com essa postura interdisciplinar, o Exploratorium desencadeou no mundo inteiro a fase dos novos museus, onde os visitantes não são apenas convidados a tocar, mas a interagir com os objetos em exposição (CAZELLI, 1992). Desta forma, museus de ciência começaram a valorizar o entretenimento para a difusão de princípios científicos.

Na tentativa de abarcar tal responsabilidade, os museus passaram a abrigar uma mistura de exposições, programas educacionais, bibliotecas, cinemas, recursos computacionais, etc. No entanto, a característica mais importante dos museus de ciência modernos é o desenvolvimento de exposições e programas educacionais fundamentados na idéia de que aprender é um empreendimento ativo – a nova ordem nos museus é interagir e se entreter com as exposições. Portanto, as exposições interativas desses novos museus acabam sendo as principais ferramentas de aprendizagem para todas as idades.

1.3.2. Museus de Ciências – Espaços de Educação Não-Formal

Para este trabalho achamos importante fazer uma distinção entre educação formal, não-formal e informal. Os motivos que nos levam a essas definições se tornam necessários devido à falta de clareza sobre o tipo de educação que é empregado em um museu de ciências. Nas seções discutidas anteriormente, ficou bastante claro que os museus de ciências fazem parte de um sistema educativo que acontece fora da escola; porém, vale lembrar que nossa pesquisa se dará dentro do ambiente escolar, ou seja, o museu vai à escola. Nesse sentido, para não confundir o papel educativo dos museus quanto à tipologia, deve-se ter clara a distinção destas três formas de educação, objetivando uma melhor contextualização da nossa pesquisa.

Sob o risco de estar dizendo o óbvio, é consenso que a aprendizagem não ocorre somente na escola. Ela não é exclusiva do ambiente escolar, ocorrendo a todos os momentos e em qualquer contexto. No entanto, até os anos 80, as atenções estiveram focadas, quase que exclusivamente, para a educação que ocorre na escola – a educação formal. Até então, pouco se falava em educação não-formal, que era entendida como uma extensão da educação formal. Hoje, falar nessas duas modalidades de ensino tem se tornado cada vez mais freqüente. Mais recentemente surgiu ainda uma terceira classificação denominada de educação informal. Apesar disso, ainda há muita confusão com relação aos termos educação ou aprendizagem não-formal e informal. Isso leva a uma dificuldade em discernir em qual modalidade de educação se enquadram as atividades museológicas. São elas atividades de educação não-formal ou informal?

A maioria dos autores consultados define a educação formal de forma semelhante. Assim, essa modalidade é, usualmente, definida como uma educação administrada a partir de normas rígidas provenientes de um sistema educacional estabelecido, que realiza atividades pedagógico-didáticas estruturadas de forma organizada, hierarquizada, que, normalmente, ocorrem dentro da escola (BIANCONI; CARUSO, 2005; GASPAR, 1993).

Para Gohn (1999) e para muitos investigadores, a educação não-formal e informal é sinônima, pois essas duas modalidades de ensino acontecem fora do ambiente escolar. Esse autor diferencia ensino formal dos outros dois tipos como todo aquele que acontece dentro da escola. Portanto, as definições de ensino formal e informal estão sujeitas ao espaço escolar institucionalizado: a escola. Já outros autores, ao invés de se fundamentarem na escola, centram-se na idéia da existência do sistema educacional para abordar essas definições. Por exemplo, segundo Coombs e Ahmed (apud Gohn, 1999), a educação não-formal é:

Uma atividade educacional organizada e sistemática, levada a efeito fora do marco de referência do sistema formal, visando propiciar tipos selecionados de aprendizagem a subgrupos particulares da população, sejam eles adultos ou crianças (p.12).

Há ainda autores que, para definirem esses termos, se apóiam, ao mesmo tempo, na escola e no sistema, pois lembram a existência de uma escola normatizada por um sistema de ensino. Assim, para Bianconi e Caruso (2005), a educação formal é aquela realizada “no ensino escolar institucionalizado, cronologicamente gradual e hierarquicamente estruturado e organizado por um sistema de ensino” (p. 20).

Gaspar (1993), antes de definir essas três modalidades de educação, lembra que “uma das concepções espontâneas mais arraigadas de nossa sociedade” é a de que “ensinar é tarefa da escola” (p. 157). Esse autor, de forma parecida com os autores anteriores, entende que a educação não-formal “refere-se a uma ampla variedade de atividades educacionais organizadas” (p.157), realizadas fora do sistema formal de educação. Para definir educação formal, esse autor fundamenta-se em Dib:

Corresponde a um modelo sistemático e organizado de ensino estruturado segundo determinadas leis e normas, apresentando um currículo

relativamente rígido em termos de objetivos, conteúdo e metodologia (DIB, 1988 apud GASPAR, 1993, p. 34).

La Belle (1982, apud GADOTTI, 2005) define educação não-formal como “toda atividade educacional organizada, sistemática, executada fora do quadro do sistema formal para oferecer tipos selecionados de ensino a determinados subgrupos da população” (p. 2). Como bem aponta Gadotti (2005), “a definição de ensino não-formal demonstra ambigüidade dessa modalidade de educação, já que ela se define em oposição (negação) a um outro tipo de educação: a educação formal” (p. 2, grifo do autor). Como bem nos lembra esse autor, a educação não-formal é definida por uma lacuna, “em comparação com a escola, tomando a educação formal como único paradigma, como se a educação formal escolar também não pudesse aceitar a informalidade, o extra-escolar”.

O conceito de educação informal é definido por Bianconi e Caruso (2005) como um sistema de educação distinto dos outros dois (formal e não-formal) por não ser organizado e nem tampouco ser estruturado. Esses autores afirmam que a educação informal é toda aquela que uma pessoa adquire a partir da experiência do dia-a-dia em casa, no trabalho e no lazer, ou seja, é uma educação que acontece acidentalmente. Já a educação não-formal, para esses autores, não ocorre acidentalmente, mas advém de quaisquer tentativas educacionais organizadas e sistematizadas, realizadas, em geral, fora do sistema formal de ensino (BIACONI E CARUSO, 2005, p. 20).

Gaspar (1992), apesar de concordar com esses autores que a educação informal é aquela que “ocorre na experiência do dia-a-dia” (p.157), defende que esse tipo de educação acontece “através de jornais, revistas, programas de rádio e televisão, na visita a um museu, zoológico, centro de ciências, etc” (157).

Coombs, Prosser e Ahmed (1973, apud Smith, 2001) também definem a educação formal como um sistema de educação hierarquicamente estruturado e graduado. Eles afirmam que a educação formal vai da pré-escola à universidade, incluindo os diversos programas de especialização, treinamento técnico e profissional. Para esses autores, a educação formal se dá no território das escolas, que são instituições autorizadas por lei, organizadas por diretrizes nacionais e

certificadoras que têm como objetivo o ensino e a aprendizagem de conteúdos historicamente sistematizados e normatizados. Talvez por ser uma instituição a qual todo cidadão tem direito garantido pelo Estado, o modelo de educação exercido na escola é o mais conhecido.

A definição de educação formal, portanto, não nos parece confusa. Recapitulando o que foi visto até aqui, parece ser quase unânime que a educação formal é uma modalidade de educação que tem objetivos claros e acontece em escolas e universidades que compõem o sistema de ensino acessível a qualquer cidadão. Essa está sujeita a normas educacionais centralizadas como, por exemplo, sua duração e currículo com estrutura hierárquica e burocratizada, determinadas em nível municipal, estadual e nacional. Já a educação não-formal caracteriza-se por um ensino mais difuso, menos hierárquico e menos burocrático, não precisando seguir um programa seqüencial e hierárquico, podendo inclusive ter duração variável. Nesse tipo de educação não é necessário conferir certificados de aprendizagem.

O que vem a ser educação informal? Aqui reside o nosso maior problema, definir essa modalidade de educação e diferenciá-la da não-formal, pois, em muitos casos, esses dois termos são usados como sinônimos (GOHN, 1999). Outros autores, como Wellington (1990), não usam o termo não-formal, usando apenas a palavra informal.

É necessário se distinguir entre aprendizagem formal, como aquela que acontece nos contextos formais das escolas e aprendizagem informal, como a que acontece em ambientes informais como museus e em locais semelhantes (WELLINGTON, 1990, p. 248).

Hofstein e Rosenfeld (1996) usam também somente o vocábulo informal quando afirmam que determinadas atividades de aprendizagem, tipicamente realizadas fora da escola, podem ser praticadas pelos alunos dentro de uma sala de aula. Para esses autores a educação informal, além de complemento para o ensino formal, tem o objetivo de abrir caminhos de conhecimento sobre o mundo em que o indivíduo está inserido. Assim, os ambientes como os museus de ciências, por exemplo, nos quais pode ocorrer esse tipo de aprendizagem, por não terem presença obrigatória e nem terem salas estruturadas por idade ou séries, fazem isso de forma lúdica, e o conhecimento, nesses espaços, é construído através de um

processo interativo, gerando um processo educativo (HOFSTEIN & ROSENFELD, 1996, p. 88-90).

Para Libâneo (1999), a educação deve ser considerada sob duas modalidades diferenciadas pela característica da intencionalidade. Se usarmos a classificação desse autor, podemos dizer que tanto a educação formal quanto a não-formal são modalidades de ensino intencional. No entanto, a educação informal, apesar de não ser intencional, tem conseqüências educativas. O processo de socialização, por exemplo, em grande parte se dá através das influências não intencionais da educação informal.

Cazelli (2000) fundamenta-se em Fávero (1980) para conceituar educação não-formal:

É qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que se realiza fora dos quadros do sistema formal (de ensino) para fornecer determinados tipos selecionados de aprendizagem a subgrupos específicos da população, tanto de adultos como de crianças. Assim definida a educação não-formal inclui, por exemplo, programas de extensão rural e treinamento de agricultores, programas de alfabetização de adultos, treinamento profissional dado fora do sistema formal, clube de jovens com o objetivos em parte educacionais, diversos programas comunitários, de educação sobre saúde, nutrição, planejamento familiar, cooperativismo etc. (p.22-23).

Sobre a educação informal, Cazelli (2000) afirma:

(...) processo permanente pelo qual qualquer pessoa adquire e acumula conhecimentos, habilidades, atitudes e perspicácia, através de experiência diária em contato com o meio ambiente em casa, no trabalho e no lazer, através do exemplo e das atitudes dos parentes e amigos; por meio de viagens, leituras de jornais e livros; ou ouvindo rádio, vendo filmes e televisão (CAZELLI, 2000, p.23).

Cazelli (2000) afirma que existe uma clara diferença entre educação não-formal e informal, a começar pelos diferentes tipos de ambientes em que podem ser desenvolvidas. A educação não-formal ocorre em locais onde há processos interativos intencionais e, em alguns casos, com objetivo de certificação, como por exemplo, os cursos básicos de línguas ou informática; esses não pertencem ao sistema formal de educação. Já a educação informal, apesar de poder parecer uma forma redundante de definí-la, resulta de um aprendizado que ocorre na total informalidade, tendo seus espaços educativos em ambientes que envolvem o convívio social da família, dos amigos, da igreja, do lar, dos vizinhos, dos amigos, etc.

Através das distinções e características apresentadas sobre essas três formas de ensino, fica claro, ao nosso ver, que os museus ou centros de ciências são, para alguns autores, instituições com caráter informal de educação, e não-formal segundo outros. Segundo Almeida (1997):

(...) as relações entre instituições de ensino formal, como a escola, e de ensino não-formal, como os museus, podem ser muito profícuas, caso seus profissionais de educação (professores e educadores de museus) estabeleçam canais de comunicação para troca de programas de ação educativa (p.55).

Encontramos, portanto, dificuldades em achar consenso no que se refere aos conceitos de educação não-formal e informal. Para esse trabalho, pareceu-nos mais conveniente adotarmos as definições de Cazelli (2000) e Libâneo (1999). Do nosso ponto de vista, esses autores, ao diferenciar os termos aqui em discussão, os definem de forma mais abrangente e menos difusa. Sendo assim, ao longo dessa dissertação, usaremos o termo ensino ou educação não-formal quando nos referirmos ao tipo de aprendizagem que envolva exposições museológicas.

Na sociedade contemporânea ocidental existem diferentes espaços de aprendizagem científica que não as escolas, como os planetários, os zoológicos, os jardins botânicos, os centros e parques de ciência e outros locais. Esses espaços têm relações sociais determinadas e que geram diferentes formas de aquisição de saberes e, além disso, podem, também, produzir conhecimentos. A escola desempenhou, nos últimos séculos, o espaço privilegiado de aquisição de conhecimento, isto é, do saber que deveria ser ensinado para que o indivíduo se tornasse um cidadão; esse era, e ainda é, o objetivo dos projetos educacionais.

No entanto, os resultados dos Sistemas de Avaliação do Ensino Fundamental e Médio (SAEB) e o programa internacional (PISA⁷) têm demonstrado que, na prática, não se verifica a existência de uma educação que favoreça o desenvolvimento de atitudes. Assim sendo, a formação da cidadania para um pensar

⁷ PISA é um Programa Internacional de Avaliação de Alunos, desenvolvido e coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, esse programa é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), onde se pode obter mais informações através do endereço <http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/>.

crítico e reflexivo sobre as questões sociais que necessitam de mudanças, que contribuam para melhorar as questões relativas ao ensino de crianças e jovens adolescentes que cursam o ensino fundamental e médio.

Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico acabou transformando nossas vidas e penetrando nelas de forma despercebida. A crescente inserção sócio-econômica da ciência e tecnologia na vida das pessoas implica na necessidade de uma rápida assimilação dos produtos tecnológicos, transformados em objetos de consumo, na vida cotidiana dos indivíduos.

Nesse momento, se torna evidente nosso desconhecimento e distanciamento dos objetos tecnológicos. Nos percebemos completamente impotentes com relação ao seu funcionamento. Se não sabemos mais como ele funciona, se torna cada vez mais inviável nossa ação. E esse é, possivelmente, o problema mais assustador do automatismo: o afastamento do mundo com a conseqüente ausência de responsabilidade sobre ele (TOLMASQUIM, 1993, p. 43).

É fundamental lembrar que vivemos em um mundo globalizado, no qual o número de informações aumenta em progressão geométrica. A velocidade com que as informações chegam a qualquer lugar do mundo é estonteante, pelo menos para aqueles que têm acesso às diferentes redes de informação.

Durante o século XX, podem-se citar algumas práticas sociais que se alteraram profundamente com o advento de novas técnicas: formas de comunicação; de difusão de informações; de locomoção; práticas de manutenção de saúde pública (desde princípios de higiene pessoal, criação dos antibióticos até políticas públicas) e uma prática fundamental - a leitura - , por meio da ampliação do acesso aos suportes de leitura - jornal, revista e livro. Criaram-se, ainda, ou ampliaram-se conceitos como os de preservação ambiental e cultural, de descartável, de acumulação e de consumo, entre outros (SOUSA, 2000, p. 14).

Os mecanismos de desenvolvimento sociais, econômicos e políticos são definidos, hoje, de maneira bastante distinta de como eram há alguns anos. Dentro dessas novas maneiras, ciência e tecnologia passam a ser parte da cultura, pois elas começam, de alguma forma, a determinar a cultura. O resultado dessa distinção é o aumento da distância entre ciência e sociedade, em que, para alguns, a ciência é vista como benéfica e, para outros, como um atraso da humanidade. Enquanto a ciência nos trouxe benefícios, tais como o melhoramento genético das plantas e dos animais, as células-tronco com a possibilidade da especialização destas células em outras. O uso da Física quântica na área da medicina e no desenvolvimento de semicondutores para a construção de supercomputadores mostrou-se também

capaz de modificar, significativamente, a relação do sujeito com o seu meio. Nessa direção, podemos citar o aquecimento global causado, em sua maior parte, pelas indústrias e veículos automotores, que emitem, continuamente, gases tóxicos na atmosfera, e o desenvolvimento de armamentos químicos e biológicos, capazes de colocar em risco não somente a vida humana como também a vida dos animais e vegetais (MARA, 2007). Honeyman (1998, apud ZIMMERMANN; MAMEDE 2005, p. 1) acrescenta, ainda, que para algumas pessoas, a ciência “é entendida como um corpo de conhecimento inacessível”.

Fica evidente que cada vez mais o indivíduo precisa de conhecimento científico e tecnológico para perceber problemas e construir soluções conscientes sobre o que pode prejudicar sua vida e a dos outros. Também é, nesse sentido, necessário habilitar as pessoas para o tipo de ciência que está sendo produzida, para que elas também possam ter o poder de decidir o que e até quando a ciência nos beneficia ou nos prejudica, seja na área da saúde, comércio, informática, ou seja, em todos os aspectos (MARA, 2007).

Vogt e Polino (2003), depois de terem pesquisado a compreensão pública da ciência em países como Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai, afirmam que os temas científicos ultimamente têm se aproximado do cotidiano das pessoas e, no entanto, os indicadores de percepção pública da ciência, cultura científica e participação cidadã nestes países continuam muito baixos.

Há uma concepção difusa e fragmentada sobre a ciência e a tecnologia. Isso significa que não há consenso sobre os assuntos, ou seja, não há clareza da população em geral sobre políticas públicas em relação à ciência e tecnologia. Em poucas palavras, o público não sabe opinar sobre ciência e tecnologia.

Os baixos níveis de alfabetização científica da população expõem um lado crucial da participação política nas decisões sobre políticas públicas, ou seja, fica complicado, para uma sociedade que demonstra ter precário entendimento da ciência, contribuir ou participar, por meio do voto, nos espaços onde as políticas públicas são definidas, normalmente os temas da ciência estão além da compreensão da maioria, salvo dos especialistas (CAZELLI, 1992 a, p. 93).

Como pode o público opinar e valorizar conscientemente, na medida certa, o conhecimento científico e tecnológico se ele não o entende? Como se pode

umentar a apreciação pública da ciência? Como levar a cultura científica à população? Para repensar as relações sociais, isto é, para viver, “e não apenas sobreviver”, é necessário ter acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos? Para isso é preciso entender o que são ciência e tecnologia? Será que os cidadãos, para decidirem sobre como organizar o seu cotidiano, no sentido de fazer escolhas tecnológicas e como operá-las, e de conhecer os seus impactos sobre sua saúde, meio ambiente e cultura, precisam ter acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos? Como estabelecer um diálogo entre a ciência, a tecnologia e a sociedade?

Acreditamos que a divulgação da ciência através das diversas atividades de educação não-formal pode auxiliar a educação formal no seu trabalho de formação cultural, já que, para nós, ciência também é cultura. Ainda que, de alguma forma, a escola tenha contribuído, ou não, para essa percepção negativa da ciência, não se pode deixar só para ela a tarefa de formar cidadãos cientificamente cultos; o que se busca aqui é uma união da educação formal e não-formal. Como se tentará argumentar ao longo desta dissertação, ambas podem ser reunidas nos museus.

1.3.3. Papel Educativo dos Museus de Ciência

Museus como parte do roteiro turístico de um país já são tradição antiga no primeiro mundo. É verdade que nesses países o hábito cultural de visita aos museus é lugar comum, não só a visita aos museus de arte, como é o caso de museus como o Louvre, em Paris, o Prado, em Madri (locais tradicionais de visita e consagrados como parte do processo de formação educacional), mas aos museus de ciência e de história natural. Países como esses têm investido pesadamente para colocar os museus de ciência e tecnologia nos circuitos turísticos das cidades, como é o caso do Cite des Sciences ET de l'industrie, de Paris, o Science Museum de Londres, entre outros. No entanto, apesar dessa pesada função turístico-cultural, o papel mais importante desempenhado por essas instituições é o educativo, como defende Amaral (2003).

Interessante perceber que, para além do marketing cultural, construído para divulgar e atrair atenção aos museus, é a sua função educacional que se põe em foco (AMARAL, 2003, p. 9).

Amaral (2003), na citação acima, refere-se a todos os tipos de museus, mas entendemos que isso se aplica, em especial, aos museus de ciência, que vem, em muitos casos, auxiliando e complementando a educação formal. De acordo com Krasilchik & Marandino (2004), museus de ciência proporcionam atividades e conteúdos que nem sempre são possíveis e nem tampouco trabalhados nas escolas, para que os estudantes, de forma geral, possam ter maior contato com a ciência e tecnologia que fazem parte do cotidiano.

Os museus de ciências podem cumprir um papel importante no processo de formação de cidadãos críticos para assuntos que envolvam ciência e tecnologia. É fato que a educação em ciências que é promovida nas escolas ainda está atrelada a um ensino fragmentado, e um museu de ciências, com sua proposta histórica e contextualiza da ciência, pode contemplar uma educação em CTS (GOUVEIA & LEAL, 2001).

1.3.4. Museus de Ciências no Brasil

De acordo com Gaspar (1993), os museus de história natural, criados no Brasil, são também conhecidos como museus de ciências. Dessa forma, esse autor chega à conclusão de que temos um dos mais antigos museus de ciências do mundo, o Museu Nacional, criado em 1818, no Rio de Janeiro com a denominação de museu real. O Museu Nacional foi a principal instituição brasileira dedicada à história natural, e como exemplos de instituições destinadas às ciências naturais se destacam o Museu Paraense Emílio Goeldi, na cidade de Belém/Pará, criado em 1866, e o Museu Paulista, criado em São Paulo, em 1894 (CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003).

Os museus brasileiros também passaram por mudanças, embora de forma mais lenta. Nas primeiras duas décadas do século XX, os museus brasileiros tentavam se assemelhar aos europeus. Então, a partir de 1930, os museus passam a ser institucionalizados. No entanto, seus propósitos começam a mudar após a segunda Guerra Mundial. De acordo com Cazelli, Marandino, Studart (2003), a movimentação em torno da implementação dos museus de ciências no Brasil é notada a partir da década de 1960, com a ampliação da divulgação científica e do

ensino de ciências, onde a comunidade científica brasileira buscou, de forma organizada, contribuir com o ensino de ciências.

Os museus de ciências propriamente ditos surgem no Brasil a partir da década de 1980, sob uma forte influência dos museus americanos, nascendo, então, o primeiro museu interativo do país, o Espaço Ciência Viva, em 1983, no Rio de Janeiro (COUTINHO-SILVA et al, 2005). Em São Paulo nasce o Museu de Astronomia e Ciências Afins, do CNPq (hoje MCT); O Centro de Divulgação Científica e Cultural de São Carlos, da Universidade de São Paulo; a Estação Ciências (CNPq, hoje USP), e o Museu Dinâmico de Ciências de Campinas, São Paulo (CAZELLI, MARANDINO, STUDART, 2003; COSTANTIN, 2001).

Nos anos de 1980 surgem vários museus de ciências de natureza interativa no Brasil, no bojo do desenvolvimento dos movimentos de alfabetização científica e de preocupação com o ensino de ciências no país (MARANDINO, 2004 p.2).

Na década de 1990, a Secretaria Municipal de Cultura do Rio de Janeiro cria o Espaço Museu do Universo, em 1998, e o Museu da Vida, também no Rio de Janeiro, em 1999; no Rio Grande do Sul, a Pontifícia Universidade Católica cria o Museu de Ciência e Tecnologia, em 1999, considerado o maior do gênero no país (COSTANTIN, 2001). Costantin (2001) acrescenta a criação do Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, inaugurado em 1995, que não é bem um museu de ciências, mas desenvolve exposições em formato itinerante.

Podemos perceber que, a partir da década de 1980, o número de museus de ciências aumentou consideravelmente no Brasil. Moreira e Massarani (2002), afirmam que esse aumento significativo dos museus de ciências tende a caminhar na mesma direção de um movimento internacional; porém, advertem que essas instituições se encontram concentradas em pequenas áreas do país, como nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul.

Segundo Saad (1998), os objetivos dos museus no século passado eram de “adquirir e preservar a herança científica e tecnológica e explicar a construção, uso e operação de máquinas e ferramentas” (p.23). Hoje, a principal preocupação destas instituições é a compreensão pública da ciência. Isto levou ao planejamento de

atividades que estimulassem “o emocional e o interesse pelo conhecimento técnico e científico, transformando os estáticos cenários de depósitos de artefatos em ambientes ricos e sofisticados que propiciam uma ampla interação do visitante com os materiais expostos” (SAAD, 1998, p. 24).

Esse trabalho de dissertação visa a motivação dos alunos para a aprendizagem das ciências através de uma exposição museológica. Assim, achamos que é importante discutirmos, nas primeiras seções deste capítulo, as concepções de alguns autores sobre o papel da motivação e sua relação com o processo ensino-aprendizagem, segundo uma teoria construtivista. Isto se faz necessário, pois, antes de iniciarmos nossa discussão sobre museus, é interessante que o leitor tome conhecimento das tendências pedagógicas nas quais esses espaços não-formais de educação vêm-se embasando (COLINVAUX, 2005).

Bruner (1972) ressalta que a vontade de aprender é intrínseca ao ser humano, ou seja, para aprender, o aluno precisa ser motivado, é preciso despertar o seu interesse pelo assunto. Esses agentes intrínsecos, como a curiosidade e o prazer em aprender, raramente são incentivados pela escola. Na maioria dos casos, ocorre o contrário e o aluno acaba desmotivado pela repetência escolar (KNÜPPE, 2006). Embora a motivação escolar seja considerada, por alguns, como sendo complexa, há formas de melhorar os níveis de motivação dos alunos, ou de pelo menos manter o seu interesse em aprender (TORRES, 1999, apud KNÜPPE, 2006). Nessa perspectiva de motivação, exposições museológicas de ciências devem ser aproveitadas como ferramentas educativas extra-escolares adicionais ao ensino de ciências desenvolvido nas escolas, ou seja, as exposições são metodologias alternativas de ensino. Julião (2004), no entanto, afirma que o principal objetivo das exposições em museus de ciências é o de potencializar a motivação, interesse e participação do aluno durante suas visitas. Baseado na LDB⁸, Art. 3º, Inciso X, que versa sobre a experiência extra-escolar, Carneiro (2002) defende que:

⁸ Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

O extra-escolar representa um canal importante para abrir espaços de articulação escola/comunidade, pela possibilidade de construir um conteúdo de ensino capaz de 'satisfazer as necessidades de aprendizagem'. (CARNEIRO, 2002, p. 39).

Caruso, Carvalho & Freitas (2002) reforçam essa idéia afirmando que, para garantir formas de aprendizado, é necessário motivar os alunos. A motivação auxilia os alunos a adquirirem conhecimentos satisfatórios e é também uma forma de preservar esse aluno na escola, contribuindo com a continuação de seus estudos. Fazer uso de exposições museológicas para o ensino-aprendizagem de ciências parece uma boa alternativa, já que há nesses casos disponível para os alunos uma infra-estrutura bem melhor, em geral, do que a existente nas escolas. Portanto, há que se tirar proveito disso. No entanto, é necessário lembrar que uso de exposições museológicas como metodologia alternativa propõe:

(...) mudança significativa na prática de educadores que pretendem, de fato, ensinar ciências. (...) O uso sistemático de métodos tradicionais é considerado por muitos estudantes como entediante, maçante e pouco proveitoso, assim, o ensino de ciências através de brincadeiras, jogos, desafios etc., parece provocar aprendizagem de forma eficiente. Os estudantes, além de mostrarem-se dinâmicos quando em meio ao processo, mostram-se também dispostos a continuar a aprendizagem mesmo que em outros contextos, motivados a discutirem assuntos referentes às ciências em lugares como restaurantes, bares, praças, algumas vezes prosseguindo os estudos em cursos mais avançados (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2006).

É justamente isso que a exposição museológica apresenta, ou seja, interatividades, brincadeiras, desafios e jogos, enfim a exposição, quando bem planejada, motiva os visitantes a aprenderem.

1.4. Motivação das Exposições e Aprendizagem

Diversos pesquisadores de ensino de ciências acreditam que uma das alternativas, com condições favoráveis a uma educação que respeite e favoreça os conhecimentos práticos dos alunos, motivando-os a aprenderem, está nas atividades de divulgação científica (SEMPER, 1990; SAAD, 1998, CRESTANA; CASTRO E PEREIRA, 1998, HAMBURGUER; MATOS, 2000, FALK; DIERKING, 2000, CANDOTTI, 2002, MASSARANI; TURNEY; MOREIRA; 2005). Esses autores crêem que essas atividades, com seus processos de interação, podem efetivamente contribuir para a melhoria da qualidade da educação científica brasileira; assim, muitos defendem a necessidade de parcerias museu-escola, e os museus vêm se

adequando a isso (KÖPTCKE, 2003). Afinal, como esses autores, e outros, entendem o papel das exposições científicas para a melhoria da qualidade da educação científica? Como pode a exposição levar o visitante a vislumbrar a sua mensagem?

Há autores que acreditam que a chave para um bom entendimento durante uma exposição museológica está em buscar as emoções dos visitantes (MIURA, 2007). O autor defende que os modernos museus de ciências, através de suas exposições interativas, proporcionam o envolvimento dos conhecimentos com os quais os visitantes entram no museu, estimulando-os a usá-los durante a interação e, assim, desenvolver o raciocínio e associar o conhecimento trazido ao museu com a mensagem da exposição; assim, o visitante acaba por desenvolver o seu conhecimento.

Outra idéia defendida pelos planejadores das exposições é que estas, de uma forma ou outra, tragam em seu bojo o contexto necessário para que o visitante consiga enxergar a ligação que o tema tem com o dia-a-dia do visitante; em outras palavras, que contextualize o conhecimento prévio do visitante (SEMPER, 1990). Padilha (2001, Apud Miura, 2007), explica que até mesmo o desenho, assim como a abordagem das exposições museológicas, deve remeter os usuários ao seu cotidiano. Essa nova percepção das exposições faz com que os museus sempre busquem soluções arrojadas, estéticas e pedagógicas, de modo a motivar o público visitante, estimulando-o intelectualmente a participar ativamente nas interações com os fenômenos naturais básicos e nos encadeamentos com o conhecimento (GASPAR, 1993).

Uma exposição museológica é caracterizada pelo seu conteúdo e atividades relacionadas a ele. Um museu é um espaço educacional e, dependendo de como é planejado, é, em geral, excitante, podendo mesmo chocar o visitante, como, por exemplo, a exposição de fetos do Museu de C&T da Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre (PUC/RS) ou a exposição do corpo humano da Oca do parque Ibirapuera em São Paulo.

Hoje em dia, já existem evidências suficientes para afirmar que as exposições museológicas mais motivadoras são as interativas, por mexerem com a emoção do

visitante, fornecendo estímulo para o conhecimento (WAGENSBERG, 2005). Stuchi e Ferreira (2003) relatam através de um trabalho com estudantes realizado no centro de divulgação científica Estação Ciência (Universidade de São Paulo), que os experimentos que os alunos mais gostaram eram aqueles com os quais eles podiam interagir. Dentre os experimentos citados está o experimento da locomotiva, um protótipo de uma máquina a vapor que funciona de forma idêntica aos antigos trens, conhecidos como maria-fumaça. Sua exposição chama a atenção dos visitantes, deixando-os curiosos ao vê-la em funcionamento. Esse artefato tem como objetivo o esclarecimento de como o calor se transforma em trabalho e sua importância histórica para com a evolução dos motores usados em meios de transporte. O visitante em contato com fenômenos e objetos interativos expostos no museu de ciências, segundo Constantin (2001), é levado a se envolver ativa e emocionalmente no descobrimento da informação, por meio de sua própria participação no processo de interação.

De um lado, a partir das defesas desses autores, é fácil perceber porque as exposições interativas, em que todos os visitantes podem participar, são o principal recurso utilizado pelos modernos museus de ciências. De outro, muitos autores, como o próprio Constantin (2001), chamam atenção que, mesmo com as intencionalidades educativas dos museus, não se deve acreditar que museus possam substituir o que deve acontecer na escola; museus não foram projetados para isso. O museu de ciências pode ser apenas um simples complemento, um auxílio para o sistema de ensino escolar e, assim, devem ser usados pelo sistema de ensino.

O que eles podem proporcionar é um ambiente propício e instrumentos adequados para provocar nas pessoas os insights que irão motivar futuras buscas independentes por conhecimento científico (ALBAGLI, 1996 p. 401).

É bem verdade que os museus motivam a aprendizagem, como defende Wagensberg (2005), diretor do museu de ciência de Barcelona. Miura (2007) também acredita que os museus podem entusiasmar, motivando os visitantes a quererem aprender, não apenas pela beleza de suas exposições, mas também pela clareza, simplicidade e relevância dos temas abordados; no entanto, esse autor lembra que tudo isso deve ser planejado sem esquecer-se do padrão técnico-científico das informações.

Como foi visto até aqui, vários autores, como Semper (1990), por exemplo, defendem que a interação dos visitantes, durante as exposições museológicas, provoca aprendizagem. Será que ocorre mesmo aprendizagem? Se a resposta for afirmativa, cabe ainda perguntar, como ocorre, então, essa aprendizagem?

1.4.1. Aprendizagem no Museu

Como visto até aqui, todos parecem concordar que exposições museológicas podem motivar os visitantes. No entanto, cabe agora perguntar, qual, ou quais as teorias de aprendizagem que podem fundamentar a aprendizagem do visitante de uma exposição em museus de ciência?

Aprender é um processo lento, que demanda uma reestruturação da estrutura cognitiva dos alunos, não ocorre de uma hora para outra, há conceitos que demoramos anos para entender correta e completamente. Mas algumas idéias e informações podem ser adquiridas durante uma visita a um museu e, principalmente, pode despertar no aluno a vontade de aprender.

Nos últimos anos, a literatura sobre museus começou a fazer referências à visão construtivista de aprendizagem (LUCAS et al., 1986; BORUN; MASSEY e LUTTER, 1993; FEHER, 1990; GASPAR, 1993; HEIN, 1995). Pesquisadores envolvidos com aprendizagem em museus perceberam a importância de se considerar o conhecimento prévio dos visitantes e fazer referência à natureza individual da construção de conhecimentos através da experiência vivida na exposição. Por exemplo, para Gaspar (1993),

Quanto maior for o repertório de concepções espontâneas⁹ que uma pessoa dispuser, maior será a sua possibilidade de compreender e adquirir conceitos científicos. Em outras palavras, quanto maior for a amplitude de atuação da educação informal, mais eficiente será a educação formal, o que dá uma dimensão maior tanto ao conceito de alfabetização de ciências como a toda iniciativa à educação informal (p.161).

⁹ Concepções espontâneas é um termo usado para as concepções trazidas pelos alunos para a sala de aula, que nesse contexto podem ser pensadas como as concepções prévias trazidas pelo visitante para dentro do museu.

Assim também, outros pesquisadores começaram a chamar atenção para a importância das interações sociais com a aprendizagem que ocorrem nos espaços dos museus de ciências. Há os que adotam uma visão sócio-construtivista (FALK & DIERKING 1997; STUCHI e FERREIRA, 2003) e é dentro desse fundamento teórico que se quer entender se, e como, ocorre a aprendizagem em um museu. A proposta desse trabalho de construir uma exposição museológica para ser levada às escolas, numa parceria museu-escola, será desenvolvida tendo como fundamentação a teoria defendida por Vygotsky e conhecida como teoria construtivista sócio-interacionista.

O construtivismo é uma concepção fundamentada na idéia de que as funções psicológicas superiores, a linguagem, por exemplo, são construídas ao longo da história social do homem, em sua relação com o mundo. Dessa forma, o conhecimento não pode ser visto como uma ação do sujeito sobre a realidade, mas sim através da interação e pela mediação feita por outros sujeitos. A aquisição de conhecimento se dá por meio da interação do indivíduo com o meio, que pode ser o professor ou os demais sujeitos envolvidos ou, ainda, os objetos.

Vygotsky (2003) considera a linguagem como o aspecto mais relevante na construção das funções psicológicas da criança. Os estudos desse autor consistiam em entender a relação existente entre a linguagem e o pensamento na construção do conhecimento da criança até a fase adulta. Ele chegou à conclusão de que não existe uma inter-relação genética do pensamento e da palavra, e sim uma relação de inter-dependência, que acontece com o desenvolvimento da criança a partir das interações com os indivíduos participantes do seu mundo (VYGOTSKY, 2003). As atividades cognitivas do sujeito, habilidades e estrutura do pensamento, se desenvolvem de acordo com sua história social e não por fatores congênitos, tendo a linguagem como papel fundamental nesse processo de transmissão do pensamento.

Em linhas gerais, a teoria de Vygotsky é uma teoria sociointeracionista: postula que o desenvolvimento mental do ser humano parte do inter para o intrapsíquico, ou seja, da interação social para interiorizar-se no indivíduo, em função, basicamente, da interiorização da fala (GASPAR, 1993 p. 57).

Assim, de acordo com Vygotsky (2003), o ser humano é um ser de natureza social, e a aprendizagem não pode ser analisada simplesmente como um fenômeno

biológico, mas deve ser considerada um fenômeno social, inserido em um contexto, estabelecido no processo de interação, numa relação dialética.

(...) linguagem da criança, de acordo com Vygotsky (2003), vai se estruturando através de sua interação com o mundo e com os adultos. Nessa visão, o desenvolvimento da linguagem depende da qualidade da interação. Essa idéia se torna fundamental para esta pesquisa, pois a nova geração dos museus adota uma linguagem interativa com os visitantes durante as exposições (CAZELLI, et al, 1999).

Gaspar (1993) afirma que para haver condições de aprendizagem dentro de um museu de ciências, é fundamental a ocorrência de interações entre visitantes e objetos, visitante e visitante, ou entre monitores e visitantes.

Portanto, a clareza e o cuidado com a linguagem utilizada em museus de ciências é fator essencial nas exposições e na apresentação dos objetos destas. A comunicação verbal simples, correta e clara durante uma exposição deve ser compartilhada entre expositor e visitante, promovendo, assim, um ambiente de interação inteligível, capaz de motivar e desafiar. A conversa dos visitantes com os monitores é, dessa forma, muito importante. Pesquisas têm demonstrado que o diálogo é um importante fator motivacional.

Dentre os mecanismos que podem ser utilizados para a motivação da criança, um dos mais citados é o método expositivo verbal o qual pode ser muito eficiente se o professor conseguir mobilizar a atividade interna do aluno para que ele venha a se concentrar e pensar procedimentos (MORAES & VARELA, 2007).

Em um museu, podemos ter o mesmo tipo de situação se a exposição conseguir mobilizar a atividade interna dos visitantes. Segundo Moraes e Varela (2007), exposição verbal é uma aula expositiva dos conteúdos. Esse é um procedimento valioso para a aprendizagem, pois, ao discutir o conteúdo, vincula-se os conhecimentos e experiências prévias, pois, desta forma o aluno passa a se interessar pelo que está sendo discutido. Assim, pode-se ponderar que as exposições museológicas devem, de alguma forma, mobilizar os conhecimentos que os visitantes trazem para a exposição, ou seja, mobilizar os seus conhecimentos prévios. As exposições precisam ser planejadas de forma a levar o visitante a interagir socialmente com os monitores e com outros visitantes a partir da interação com os objetos. Essas interações sociais passam a ser condição suficiente para se

dirigirem ao que Vygotsky (1996) chama de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP. Para Vygotsky (1996), existem dois tipos de desenvolvimento, o real e o potencial. O desenvolvimento real é o conhecimento que a criança possui e que a torna capaz de resolver problemas que necessitam desse conhecimento para serem resolvidos. No entanto, a aprendizagem que levou a criança ao desenvolvimento real gera conhecimentos que ainda não estão elaborados pela criança. O desenvolvimento potencial é aquele que a criança tem condições de construir, com a ajuda de outros, para elaborar esses conhecimentos pouco elaborados. Em outras palavras, o desenvolvimento potencial é um conjunto de conhecimentos que a criança está pronta para aprender (tem potencial para isso) - conhecimentos que estão ainda fora de seu alcance momentâneo, mas que são potencialmente alcançáveis por essa criança.

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é definida como sendo a distância entre o desenvolvimento real, que é a capacidade que a criança tem de solucionar um problema sem ajuda por ser detentora de um conhecimento elaborado necessário para isso, e o desenvolvimento potencial, que é a capacidade que a criança tem de solucionar um problema com a ajuda ou em colaboração com outras pessoas (professor ou colegas).

Gaspar (1993) explica que a ZDP deve ser foco para quem planeja as exposições de museus de ciência e tecnologia. Por um lado, as pessoas, ao visitarem um museu, geralmente vão acompanhadas por amigos, familiares e/ou colegas. Por outro lado, a exibição deve ser de tal maneira interativa e provocante que proporcione, justamente, acaloradas discussões entre indivíduos com diferentes Zonas de Desenvolvimento Proximal para que, naturalmente, ocorra aprendizagem. Em resumo, durante uma visita a um museu, cabe a uma pessoa mais experiente, que pode ser um colega, o professor ou o monitor museológico, servir como mediador entre o sujeito-visitante e a exposição, favorecendo a aprendizagem. A principal característica dos mais modernos museus de ciência e tecnologia é, justamente, proporcionar interações sociais, a partir de exposições interativas instigantes.

Com já discutido anteriormente, os planejadores de exposições sabem que é necessário um contexto para que o visitante faça a ligação do tema da exposição com seu o dia-a-dia. Essa também é uma fundamentação construtivista. Colello (2004) explica que a aprendizagem ocorre em função da interação entre sujeito e a cultura na qual se vive. A autora adverte para o fato de que ninguém aprende apenas pela interação com outro, mas o aprendizado está relacionado com o contexto, que não apenas fornece informações ao aprendiz, mas também motiva, dá sentido ao aprendido, mostrando possibilidades efetivas de aplicação e uso dessas informações em situações cotidianas. Para isso, é importante ressaltar a importância do ambiente em que se desenvolve a aprendizagem. Os modernos museus de ciências atendem a essas condições propostas por Vygotsky (2003), pois são ambientes motivadores e desafiadores, que, por isso, proporcionam desenvolvimento cognitivo.

As exposições nos museus são planejadas para desafiar o visitante, possibilitam a interação, motivando os visitantes a participarem, e, assim, são capazes de desencadear necessidades reais de conhecimento. A interação com os objetos, dentro de um museu se dá de vários modos: pelo manusear, observar, acionar, tocar, testar, tentar, raciocinar, ler, comparar, registrar e, ainda, pelo jogar (VIEIRA e SANTOS, 2006).

Falk e Dierking (1997) afirmam que:

Aprender é um processo de aplicar conhecimento prévio e experiência a novas experiências; esse esforço é, normalmente, feito no interior, dentro, de um contexto físico e mediado pelas ações de outros indivíduos. Além disso, aprender sempre envolve algum dado de emoção e sentimento. Museus, geralmente, promovem contextos propícios (p.216).

Existem, portanto, vários aspectos que podem influenciar a aprendizagem, em geral, não só em museus, tais como: o ambiente, a interação com outras pessoas, a interação com o contexto, com os objetos, o conhecimento prévio, etc. A aprendizagem parece, portanto, inseparável do ambiente, ou seja, o aprendizado é dependente do conjunto de condições materiais, culturais, psicológicas e morais, envolvendo uma ou mais pessoas. É, portanto, inseparável da atmosfera das emoções e sentimentos do aluno.

É necessário chamar atenção de que a maioria dos autores aqui discutidos leva em conta a importância da bagagem de conhecimento trazida pelo visitante para dentro do museu. Há, entre eles, uma clara defesa de que o conhecimento prévio tem um papel fundamental nas novas experiências com as quais o visitante se depara durante uma exibição museológica.

Na verdade, a pesquisa para examinar a aprendizagem adquirida durante visita a um museu tem sido pouco conclusiva. Isso é compreensível, já que é muito difícil se chegar à conclusão de que ocorreu aprendizagem mesmo no ambiente de sala de aula, o que dirá em um museu.

Para discutir a ocorrência de aprendizagem no museu, é interessante notar que em alguns trabalhos o foco de pesquisa está no processo de aprendizagem Serrel (1997, apud Botelho; Morais, 2003), enquanto que em outros está no seu produto (GILBERT & PRIST, 1997). É importante lembrar que, como advertem Falk e Dierking (1997), o termo aprender não pode ser definido nem como um processo, nem tampouco como um produto, mas a combinação dos dois. É aqui que se encontra a dificuldade de saber se ocorreu aprendizagem. Pesquisadores interessados em associar aprendizagem com visitas a museus, ou outros tipos de contextos semelhantes, precisam reconhecer que o processo de aprendizagem é complexo, multifacetado e não é limitado pelo tempo, instituição ou contexto social.

Ribeiro (2005) constatou, em sua pesquisa, que alguns professores procuram os museus por acreditarem que estes podem desempenhar um papel importante na consolidação das aprendizagens, por estimularem nos visitantes a criatividade, despertarem a curiosidade e aumentarem a motivação do público visitante. A investigadora afirma que o comportamento dos alunos durante as visitas revelou persistência na interação com os objetos em exposição, motivação, curiosidade e vontade de saber.

Publicações sobre aprendizagem em museus, nos anos 90, raramente davam ênfase a conclusões mais claras de se, e como, acontece aprendizagem nesses espaços. Lucas, McManus e Thomas (1986), por exemplo, afirmavam que aprender constitui na aquisição de idéias. Se isso é verdadeiro, então pesquisas sobre aprendizagem em museus deveriam examinar a quantidade de informação adquirida

pelos visitantes. No entanto, esses mesmos autores, antes de serem atacados, se defendem afirmando que saber como as pessoas aprendem é mais importante do que saber o que elas aprendem.

Segundo Cazelli, Marandino, Studart (2003), os novos enfoques educativos dos museus de ciências foram influenciados por teorias construtivistas, que enfatizam a atuação do indivíduo na construção do seu próprio aprendizado, e afirmam que a aprendizagem é um processo dinâmico, subordinado aos conceitos prévios trazidos pelos visitantes e que depende, também, da interação constante entre indivíduo e ambiente. Assim, os museus podem ser vistos, segundo Vieira e Santos (2006), como um espaço de interação do visitante com os outros e consigo mesmo. É um espaço que permite o confronto das idéias prévias de uns com as dos outros, sejam visitante-monitor, visitante-visitante ou quaisquer outros mediadores da aprendizagem.

Construtivistas reconhecem que, em alguns casos, a aprendizagem pode ser gradual e assimilativa; em outros, no entanto, é bem mais difícil de acontecer – nos casos em que são necessárias mudanças conceituais radicais dos conhecimentos prévios. É bem mais fácil ocorrer aprendizagem assimilativa do que uma mudança conceitual, pois no primeiro caso ocorre apenas acréscimo de informação na estrutura conceitual do indivíduo. Ou seja, o indivíduo vai gradualmente assimilando a nova informação à sua estrutura conceitual. Já uma mudança transformadora da estrutura cognitiva, ou seja, uma mudança conceitual implica em uma reestruturação substancial dessa estrutura e, portanto, numa mudança dos conceitos prévios. Essa mudança é árdua, pois os conceitos prévios são um obstáculo para a reestruturação, para a aprendizagem.

Nossa visão de aprendizagem é consistente com a do construtivismo. Consideramos que a aprendizagem em um museu emerge das experiências individuais de cada visitante, e a entendemos como um processo contínuo, dinâmico e transformador, através de experiências subseqüentes, que vai para além do contexto do museu. Concebemos ainda que os produtos da aprendizagem sejam sujeitos a transformações que podem ocorrer muito tempo depois que o indivíduo visitou uma exposição museológica.

Em suma, se por um lado parece que ainda não existem evidências mais contundentes que mostrem que possa ocorrer aprendizagem científica em um museu de ciência, por outro lado não há quem se arrisque a dizer que não ocorrem. Então, pode-se até dizer que a aprendizagem em um ambiente como um museu é passível de ocorrer, só não se sabe como é esse processo num local complexo como esse. Portanto, não se sabe em profundidade como ocorre a aprendizagem, quer seja na sala de aula, quer seja no museu. Sabe-se que, de alguma forma, pode ocorrer aprendizagem nos dois lugares. Defendeu-se também que o museu não pode e não deve substituir a escola, pois não é função do museu a escolarização. Por outro lado, cabe perguntar: será que o museu pode ser um complemento para a escola?

1.4.2. Parceria Museu-Escola

A característica motivadora existente nos museus de ciências pode ser usada como uma proposta à prática pedagógica vigente nas escolas. Ao analisar os motivos que levam algumas escolas a visitarem um museu como espaço de aprendizagem em ciências, Marandino (2001) identificou, no discurso dos professores, que estes acreditam que os museus oferecem oportunidade para os alunos experimentarem situações impossíveis de serem reproduzidas na escola. Os professores também entendem que as exposições podem ainda proporcionar a prática da teoria aprendida em aula através dos experimentos interativos, o que nem sempre se vê nas escolas.

Koptcke (2003) descreve a relevância da parceria museu-escola, com base na relação de contribuição da construção de subjetividade nas práticas profissionais e sociais. Segundo a autora, as relações entre ensino secundário e museus devem se fundamentar num programa curricular, justificando a criação de um serviço educativo para resolver as dificuldades encontradas por professores.

Koptcke (2003) afirma, ainda, que a parceria entre instituições museais e escolas constitui uma realidade social que suscita uma reflexão sobre as concepções políticas referentes às relações entre o indivíduo e a sociedade. Esse projeto materializa a abertura da instituição escolar à comunidade e designa campos

de atuação conjunta onde os diversos atores deverão negociar a natureza e a extensão das intervenções.

Segundo a autora a parceria formal com a escola implica em abertura para o entendimento voltado para o público escolar. Torna possível viabilizar estratégias de ampliação e diversificação de visitantes. O museu deve realizar função social; portanto, a parceria contribui para responder a demanda social de democratização de instituições e produtos culturais e favorece a legitimação desta instituição. Essa interação possibilita que os alunos adquiram maior conhecimento e dá ao professor a oportunidade de desenvolver novas práticas pedagógicas.

Até aqui foi interpretado que a interação entre sujeito-sujeito, sujeito-objeto ou sujeito-meio, é uma das condições necessárias para acontecer aprendizagem, e chegou-se a conclusão de que a motivação é um dos fatores que pode detonar esse processo. Dessa forma, com esse estudo, busca-se um trabalho articulado entre a educação desenvolvida na escola e a educação desenvolvida nos museus, como forma de contribuir com a educação formal escolar, em específico para o ensino de ciências.

A relação entre a Escola e o Museu, já se sabe, é determinante na abertura dos horizontes culturais das crianças e adolescentes e, conseqüentemente, na promoção do sucesso escolar. O estabelecimento de competências essenciais a adquirir pelos alunos no nível da educação básica prevê uma participação ativa da escola na sua relação com o patrimônio, pelo que a Escola deverá ser, por um lado, impulsionadora do contato com diferentes correntes estéticas e, por outro, motor do conhecimento do patrimônio artístico local. Muitas das crianças e adolescentes entram pela primeira vez num museu com as suas escolas e, em alguns museus, o público escolar constitui a esmagadora maioria dos seus visitantes.

Estas experiências representam um assilar de atitudes que se refletirão positivamente na vida adulta, nomeadamente através de demonstrações de interesse pelo patrimônio. Uma relação sólida entre Escola e Museu permitirá uma aprendizagem baseada no diálogo com a obra de arte, conducente ao ato criativo e à procura pela originalidade.

A exposição museológica pode ser observada como principal instância de mediação dos museus.

CAPÍTULO 2 – Plano e Execução da Exposição

Ennes (2006) destaca que a exposição museológica é a principal instância de mediação dos museus, sendo possível perceber como através dela é elaborada uma narrativa cultural. É uma composição em que os elementos encontram-se organizados em um espaço elaborado pra permitir a leitura de determinada mensagem, com fins culturais. No museu, o narrador constrói o discurso, considerando a função simbólica dos objetos como evidência e testemunho de uma realidade.

Fundamentando-se em estudos sobre exposições museológicas intrinsecamente motivadoras (PERRY, 2002), usou-se o trabalho de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), para planejar e organizar a exposição denominada “Câmara Escura”, ou seja, foi construída a narrativa que se desejava a partir de um conjunto de objetos (ENNES, 2003), imagens e textos, fundamentados na idéia do uso da câmera escura por pintores famosos, como descritos nesse capítulo.

2.1. A Exposição da Câmara Escura

Com já mencionado, para realizar esse trabalho apostou-se na parceria museu-escola, ou seja, na itinerância planejada em parceria. Em um primeiro momento, optou-se por construir uma maquete de uma usina hidrelétrica. Esperava-se que a exposição pudesse comunicar aos visitantes como se dá a geração de energia elétrica. Acreditava-se que a partir dessa exposição contextualizada os visitantes pudessem entender os princípios básicos da eletricidade, ou seja, que elétrons em movimento em um fio condutor induzem um campo magnético ao redor desse fio e que, por outro lado, um campo magnético em movimento, próximo a um fio condutor, induz uma corrente elétrica nesse fio. Tentou-se de várias maneiras construir essa usina, mas problemas técnicos acabaram levando ao abandono do projeto.

Sua queda d’água deveria possuir uma altura bem significativa, com mais de dois metros, que dentro de uma escala numérica apropriada, a tornaria, em se tratando de uma maquete, desproporcional ao tamanho original e sem harmonia com suas formas, o que a princípio poderia causar um péssimo impacto nos alunos. Além disso, o tamanho da represa e sua estrutura de sustentação inviabilizaria seu transporte e os procedimentos de montagem e desmontagem, uma vês que a exposição se tornaria itinerante.

Assim, resolveu-se por mudar o rumo do trabalho. Em uma pesquisa, optou-se pelo trabalho de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), que realizaram uma exposição unindo arte e ciência. Assim, planejou-se uma releitura desse trabalho e pensou-se em uma máquina fotográfica grande o suficiente para ter um observador em seu interior. O trabalho das autoras também nos introduziu o trabalho de David Hockney (2003), que defende a tese de que os grandes mestres da pintura usavam conhecimentos de Óptica, ou seja, usavam câmaras escuras, espelhos e lentes para pintar suas obras-primas.

A partir dessas pesquisas, iniciou-se o planejamento da exposição da “Câmara Escura”. Era importante que a exposição fosse interativa, visualmente atraente, emocionalmente motivadora e intelectualmente envolvente. Assim, ela foi planejada com o pensamento voltado a levar os visitantes a experimentar o entusiasmo pela Óptica, pela tecnologia da máquina fotográfica e pela arte dos pintores “fotográficos” (HOCKNEY, 2003).

(...) museus de ciência tem liberdade para imprimir maior criatividade e dinamismo a suas ações, desenvolvendo atividades integradas que unem ciência, cultura e arte de forma lúdica e atraente, o que em geral contrasta com a forma pouco estimulante que a ciência é freqüentemente apresentada nas escolas (PERSECHINI; CAVALCANTI, 2004, p. 4).

A exposição “Câmara Escura” foi inicialmente testada durante a 3ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – um piloto. Após esse teste ela foi melhorada e levada para uma escola pública do Distrito Federal, em um trabalho articulado entre a escola e o museu¹⁰. Com essa exposição, visou-se auxiliar os professores de Física a trabalharem Óptica nas escolas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo o planejamento e organização da exposição da “Câmara Escura” em uma escola do DF e investigar se uma exposição como essa pode motivar alunos-visitantes para o aprendizado de ciências.

¹⁰ O Museu de Ciência e Tecnologia do Distrito Federal ainda está em implantação. No entanto, a instituição, ligada a Universidade de Brasília, já realiza atividades de itinerância pelas escolas do DF e, portanto, já existe um acordo de parceria com várias escolas da região. A “Câmara Escura” foi planejada para fazer parte das atividades de itinerância do museu.

2.2. Origens e Uso da Câmara Escura

A câmara escura consiste em um compartimento fechado (como uma caixa ou um quarto), com o seu interior escuro, com um pequeno orifício em um dos seus lados. No lado oposto a esse orifício, no interior da câmara, é formada a imagem invertida da cena à frente do orifício; isso ocorre devido a uma importante propriedade da luz: a de se propagar em linha reta (CARRON, 2002). Toda câmara fotográfica é baseada nesse sistema.

Na Grécia antiga, Aristóteles (384 - 322 a.C.) já conhecia o princípio da câmara escura. Durante um eclipse parcial, passando embaixo de uma árvore, um plátano, ele notou a imagem do sol projetando-se no solo em forma de meia lua e percebeu que essa imagem se formava quando os raios do sol passavam por um pequeno orifício que se formava entre as folhas do plátano. Observou também que, quanto menor fosse o orifício, mais nítida era a imagem que se formava (OKA & ROPERTO, 2002).

A idéia de se usar uma câmara escura como ferramenta para a pintura e o desenho não é nova. No século XIV já se recomendava o uso da câmara escura como auxílio ao desenho e à pintura. Oka e Roperto (2002) relatam que o primeiro registro detalhado sobre o aparecimento de uma imagem invertida no interior de uma câmara escura foi feito por Leonardo da Vinci, no século XV. De acordo com os autores, o astrônomo Johannes Kepler, em 1620, também utilizou uma câmara escura para fazer desenhos topográficos.



Ilustração 2 - Câmara Escura em forma de tenda utilizada por Kepler 1620.
Fonte: Ortensi, 2004

Segundo Oka & Roperto (2002), na construção das primeiras câmaras escuras existia um problema técnico de difícil solução, relacionado ao tamanho do orifício. Por um lado, quanto menor o orifício, mais nítida era a imagem; porém se o objeto a ser projetado na câmara não estivesse bem iluminado, pouca luz entrava na câmara e a imagem, dessa forma, ficava muito apagada, mitigada. Assim sendo, o uso da câmara para obtenção de uma boa imagem requeria que os objetos a serem projetados em seu interior estivessem em ambientes bem iluminados. Por outro, aumentando o orifício, a quantidade de luz que passava para formação da imagem era maior, porém se a imagem a ser projetada estivesse em um plano um pouco mais distante, essa perdia a nitidez. A solução encontrada foi a utilização de lentes nas aberturas. Os primeiros a utilizarem lentes nas câmeras foram os italianos e o problema da inversão da imagem foi resolvido aplicando-se espelhos.

As câmaras escuras, com o tempo, foram se desenvolvendo através de estudos e avanços tecnológicos. Com isso, elas diminuíram de tamanho, já que contavam com lentes mais poderosas, que contribuem para uma imagem mais nítida, auxiliando ainda mais o trabalho dos pintores (TRIGO, 1998).

2.3. A Física e a Câmara Escura

Para que se entenda o funcionamento de uma câmara escura, se faz necessário compreender primeiramente os conceitos fundamentais da Óptica Geométrica. A Óptica é o ramo da Física que estuda a luz e os fenômenos luminosos, sem se importar com sua natureza. Portanto, iremos começar com a definição de raio de luz.

Raio de luz é uma linha imaginária que representa graficamente a direção e o sentido da propagação da luz. Os raios de luz podem ser paralelos, convergentes ou divergentes, formando o feixe de luz, conforme a ilustração 3. Os feixes de luz podem se propagar em linha reta em meios homogêneos e transparentes (CARRON, 2002). Um meio é homogêneo quando qualquer porção dele possui as mesmas propriedades, tais como: composição química, densidade, temperatura etc. Com base neste princípio, afirma-se que, se estamos enxergando os olhos de uma

pessoa através de um espelho, essa pessoa tem a mesma possibilidade de nos enxergar através dele.

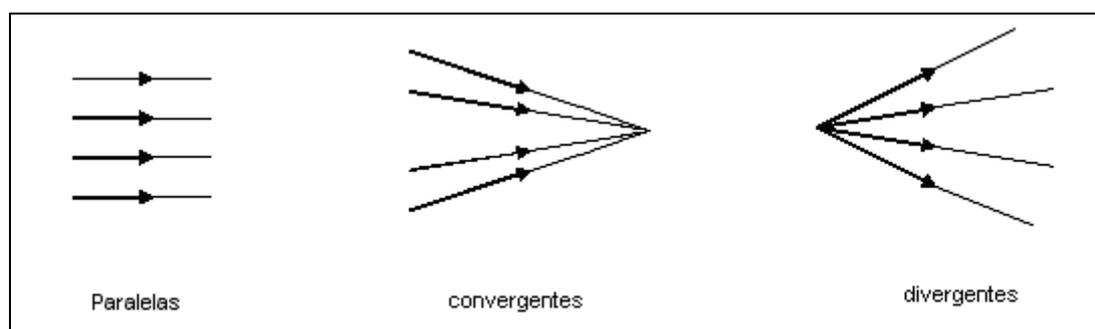


Ilustração 3 – Raios ou feixes de luz
Fonte: Colégio São Francisco, 2006

O princípio da propagação retilínea da luz é comprovado pela observação das sombras. A luz não contorna obstáculos justamente porque sua trajetória é em linha reta. Basta observar que, quando um corpo é colocado entre uma fonte de luz e um anteparo, a sombra desse corpo será projetada no mesmo formato da face iluminada desse corpo no anteparo. Assim, se um corpo tiver a face iluminada na forma de um quadrado, a sua imagem no anteparo terá forma quadrada. Outro fenômeno óptico é o de reflexão da luz.

A reflexão da luz é um dos fenômenos luminosos que envolvem a propagação da luz mais corriqueira. O fenômeno de reflexão da luz ocorre quando a luz incide sobre uma superfície, separando dois meios. Quando a luz incide nessa superfície de separação podem ocorrer dois fenômenos distintos, a reflexão e refração da luz. O fenômeno da reflexão ocorre quando parte da luz incidente volta e se propaga no mesmo meio original (primeiro meio). Portanto, este fenômeno ocorre quando a luz incide numa fronteira separadora de dois meios ópticos e retorna ao meio de onde veio (CARRON, 2002).

Quando parte da luz incidente consegue penetrar o segundo meio, para nele se propagar, tem-se o fenômeno denominado refração da luz.

Vale lembrar aqui que, se podemos enxergar, é graças à luz e, assim, a visão que temos de um objeto se deve ao fenômeno da reflexão da luz. Em outras

palavras, somente poderemos enxergar um objeto quando este estiver sendo iluminado, permitindo, assim, que os feixes de luz que chegam a ele sejam refletidos, para então chegarem aos nossos olhos. Tendo como base o princípio exposto, pode-se imaginar, dessa forma, que, quando um corpo é iluminado, os feixes de luz que incidem sobre ele são refletidos em linha reta, podendo esses últimos, dependendo de nossa posição no espaço, atingir os nossos olhos.

Como visto na sessão 2.2., a câmara escura é uma caixa fechada que contém um pequeno orifício para que os raios luminosos refletidos por um corpo iluminado possam entrar por esse orifício. Portanto, os raios refletidos pelo corpo iluminado atravessam o orifício da câmara, projetando-se no interior da câmara em anteparo no fundo, produzindo, assim, uma imagem invertida, conforme é mostrado na ilustração 4.

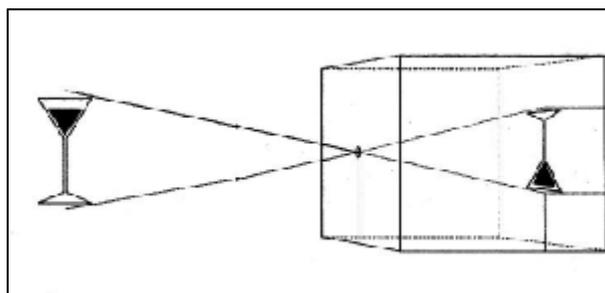


Ilustração 4 – Taça que é refletida e invertida no fundo de uma câmara escura
Fonte: Colégio São Francisco, 2006

No sentido de capturar imagens, a invenção da câmara escura representou um grande avanço. Porém, conforme discutido anteriormente, o tamanho do orifício era um problema, já que era necessário posicionar o objeto cuja imagem se quer capturar com a orientação certa, para que os feixes de luz refletidos por esse objeto entrassem pelo orifício.

Na tentativa de resolver esta dificuldade, em 1550, Girolano Cardano, um matemático italiano, experimentou usar uma lente convergente no orifício da câmara escura. As lentes convergentes são usadas para convergir os raios luminosos (ilustrações 5 e 6).

Com o uso de uma lente convergente, o experimento de Cardano foi um sucesso. Com a utilização da lente, os raios de luz refletidos pelo objeto eram convergidos para o interior da câmara, de modo que era possível aumentar o diâmetro do orifício para a entrada de mais luz, capturada em forma de imagem no interior da câmara sem perda de nitidez.

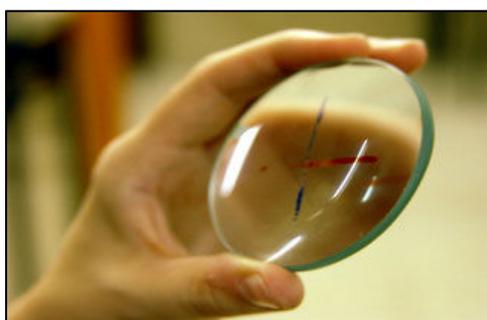


Ilustração 5: Lente convergente.
Fonte Colégio São Francisco, 2006.

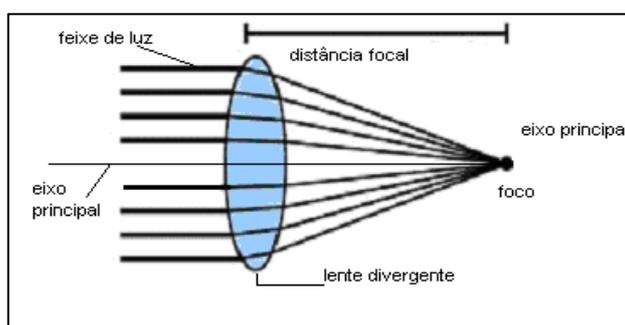


Ilustração 6: Feixe de luz passando por lente convergente. Fonte Colégio São Francisco, 2006.
Fonte: Colégio São Francisco, 2006

Como mostram as ilustrações abaixo, dependendo de como são polidas, as lentes podem convergir (lentes convergentes) ou divergir (lentes divergentes) os raios que sobre elas incidem.

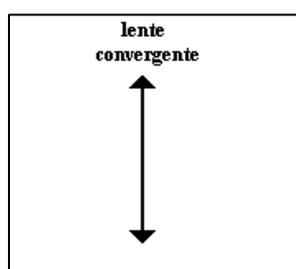


Ilustração 7: Simbologia lente convergente
Fonte: Colégio São Francisco, 2006

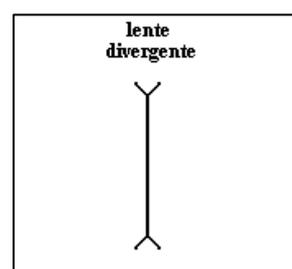


Ilustração 8: Simbologia Lente divergente
Fonte: Colégio São Francisco, 2006

Quando um feixe de raios paralelos incide sobre uma lente convergente, formando um ângulo de 90° com o plano dessa, os raios emergem convergindo para um ponto denominado foco (ilustração 9 – esquema da esquerda). A distância do

foco à lente é a distância focal. Fisicamente, o foco significa o ponto onde está localizada a imagem de um objeto.



Ilustração 9: Raios de luz ao passar por lente convergente (esquerda) - raios de luz ao passar por lente divergente (direita)
Fonte: Colégio São Francisco, 2006.

No caso de uma lente divergente, os feixes de raios paralelos, formando um ângulo de 90° de incidência no plano da lente, irá divergí-los, como é mostrado no esquema da figura 9. Observe que, prolongando os raios divergentes para trás da lente, esses prolongamentos se cruzam no ponto chamado foco.

2.3.1. Construção das Imagens com Lentes

Para a construção de imagens geradas a partir de uma lente, deve-se utilizar os raios de luz principais ou notáveis. Os raios notáveis são raios luminosos emitidos por um objeto que, quando atingem uma lente, têm um comportamento específico. Basta que sejam desenhados três raios para cada lente (convergente e divergente), para se entender o funcionamento dessas lentes. (veja ilustração 10).

Como pode ser observado através da ilustração 10, quanto mais se aproxima o objeto da lente - porém antes do foco (F) - maior a imagem que se forma. Observe-se, ainda, que ela consiste em uma imagem invertida e real. A vantagem de uma imagem real é que ela pode ser projetada em um anteparo.

Não há formação de imagem quando o objeto está sobre o foco, a imagem se localiza no infinito, ou seja, um lugar onde, supostamente, as duas retas devam se encontrar. E quando o objeto está após o foco e antes da lente, a imagem formada será maior, virtual e direita, ou seja, não mais invertida.

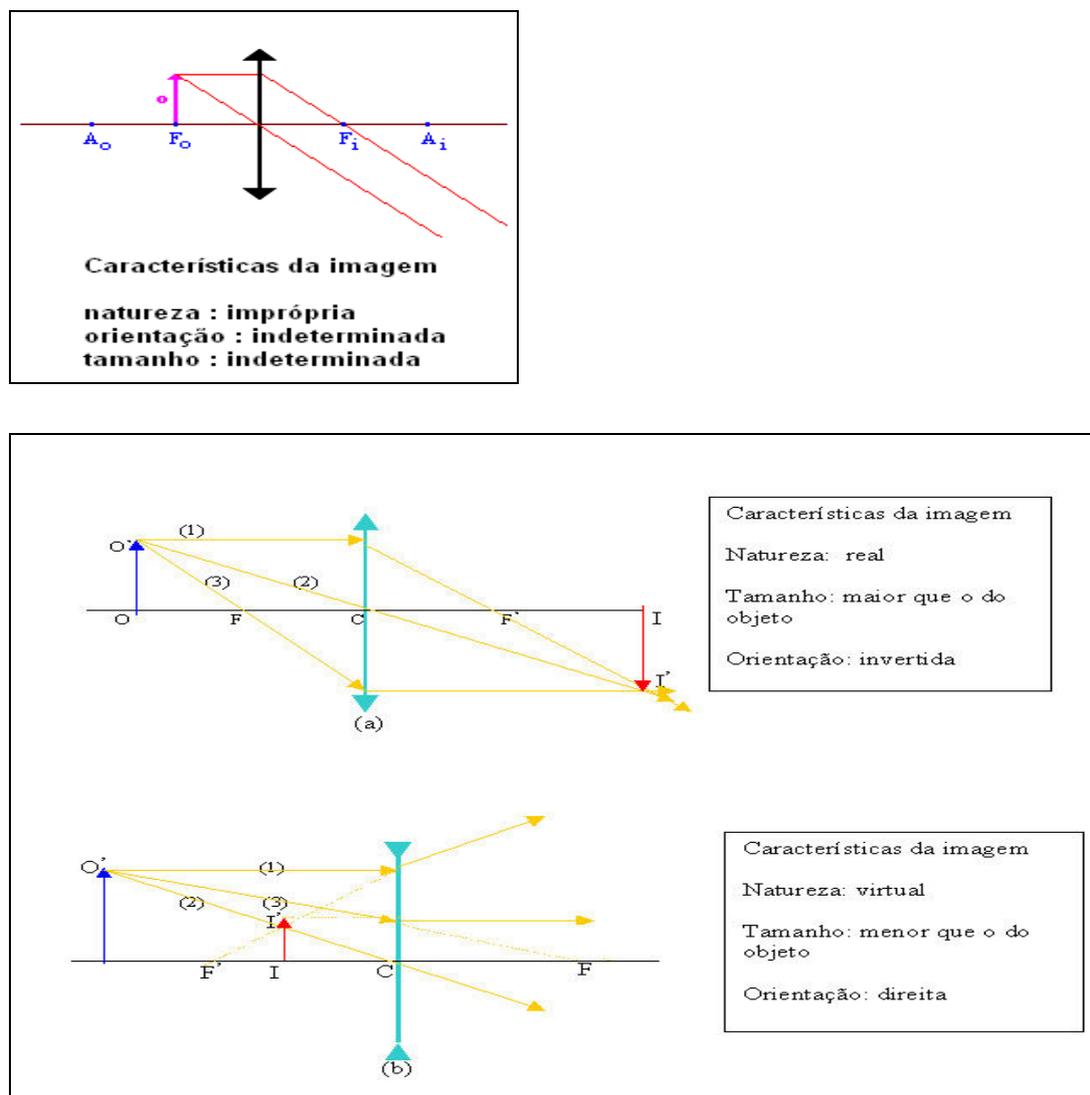


Ilustração 10: Construção de imagens em lentes esféricas: (a) Lente Convergente; e (b) Lente Divergente. Esquema do traçado dos raios de luz através do prisma de uma câmara lúcida.

Fonte: <http://educar.sc.usp.br/optica/lente.htm#fig.6.6>

2.4. Organização da Exposição da “Câmara Escura”

No ano de 2000, uma revista de Nova-Iorque chamada *The New Yorker*, divulgou uma matéria considerada magnífica, porém, polêmica. Um inglês, considerado um dos maiores pintores da atualidade, David Hockney, anunciou uma teoria sobre as técnicas de pintura usada pelos antigos grandes mestres. A partir de bons argumentos, esse pintor aponta como muitos dos grandes mestres da pintura se valerem de instrumentos ópticos – lentes e espelhos – para conceber suas obras-

primas (GASPAR, 2005). No ano de 2001, Hockney organiza suas pesquisas para investigar as técnicas usadas por vários pintores e, em 2003, os resultados dessas pesquisas são publicados em um livro, intitulado *O conhecimento secreto: redescobrimo as técnicas perdidas dos grandes mestres*.

Hockney (2003) relata em seu livro que começou a desconfiar dos artifícios usados pelos grandes mestres após visitar uma exposição do pintor francês Dominique Ingres (1780-1876). As obras de Ingres mostradas nessa exposição eram desenhos de turistas visitantes de Roma na década de 1820. Estes desenhos eram muito perfeitos e Hockney, profundo conhecedor das técnicas para produzir esse tipo de trabalho, desconfiou que Ingres tivesse usado técnicas mais eficientes para produzir esses desenhos. Em se tratando de turistas, o tempo que o artista dispunha para fazer os desenhos, com linhas tão perfeitas, era demasiadamente curto – turistas são, em geral, rápidos e, portanto o artista também tinha de ser muito rápido. Hockney queria descobrir a técnica usada para desenhar com tamanha perfeição em tão curto espaço de tempo. Assim, o inglês começou a estudar as obras de outros artistas e acabou notando que, de forma parecida, as obras de outros artistas tinham traços com as mesmas características dos feitos por Ingres. No entanto, esses trabalhos eram bem mais antigos que os de Ingres, aproximadamente um século mais velhos, e sabia-se que nessas obras haviam sido usadas projeções de slides sobre telas (GASPAR, 2005). Hockney não descansou até que encontrou um instrumento óptico, a câmara lúcida (veja ilustração 11), que fora inventada em 1807 e, portanto, já existia na época de Ingres.

A câmara lúcida é um pequeno prisma com quatro ou cinco faces, uma semi-espelhada e outra espelhada, que permite ao pintor ver sobre a tela ou papel onde faz o esboço a imagem do objeto que pinta, à sua frente. O dispositivo é pequeno, discreto e, para quem não o conhece, pode parecer apenas um monóculo esquisito. O nome câmara se deve à possibilidade do artista instalar-se no interior de um quarto escuro, com uma pequena janela para a entrada de luz, para visualizar melhor a imagem projetada sobre a tela (GASPAR, 2005).

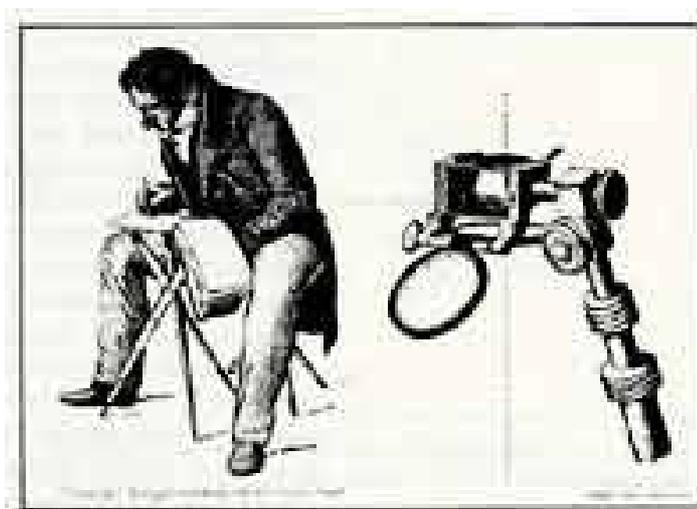


Ilustração 11 - Desenho de Cornelius Varley (1781-1873), pintor inglês, mostrando como ele próprio usava a câmara lúcida (à direita).

Fonte: <http://www.vam.ac.uk/collections/paintings/cheating/lucida/>

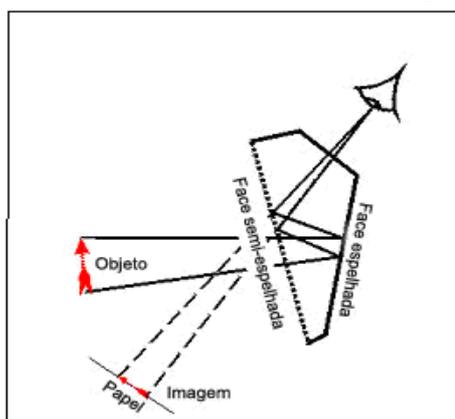


Ilustração 12 - Esquema do traçado dos raios de luz através do prisma de uma câmara lúcida¹¹
Fonte: http://www.aticaeducacional.com.br/htdocs/secoes/atual_cie.aspx?cod=743.

Com suas pesquisas, Hockney (2003) levantou a hipótese de que a câmara lúcida (ilustração 12) pudesse ter sido usada por diversos mestres da pintura. Para corroborar sua hipótese, Hockney, que não tinha conhecimento de Óptica, buscou ajuda de alguns físicos. Para a surpresa de Hockney, um dos pesquisadores consultados, um americano chamado Charles Falco, sugeriu que essa prática

¹¹ Os raios de luz provenientes do objeto atravessam a face semi-espelhada, incidem na face espelhada e se refletem novamente na face semi-espelhada, dirigindo-se aos olhos do observador, que vê a imagem como se ela estivesse sobre o papel. A imagem é virtual, não é projetada no papel - só o observador a vê. Se alguém estiver ao lado do pintor enquanto ele desenha, não terá como saber se ele está desenhando diretamente do objeto ou "copiando" a imagem projetada sobre o papel.

poderia ter se iniciado muito antes do que se pensava. De acordo com Falco, no século XIV já se conheciam as lentes e os espelhos esféricos. Portanto, esses instrumentos ópticos poderiam ter sido usados para projeção de imagens sobre as telas e, assim, os pintores desenhavam na tela a imagem. Falco continuou a ajudar Hockney e, após analisar várias obras, como as do pintor Jan Van Eyck, de 1434, afirmou que a produção dessa pintura só seria possível com a ajuda de uma câmara escura (GASPAR, 2005).

Falco, em algumas das obras que analisou, percebeu algumas imperfeições, como a escuridão em certos pontos da pintura e aberrações (borrões). Essas imperfeições só poderiam ser justificadas se o artista estivesse usando uma lente. A escuridão em certos pontos só pode ser explicada como sendo as regiões que a lente não podia explorar e os borrões só podiam ser consequência das aberrações nas bordas das lentes (HOCKNEY, 2003).

A partir dessas pesquisas, Hockney dedicou-se a escrever seu livro. Nele, ele identifica e explica os detalhes percebidos tanto por Falco como por ele próprio (HOCKNEY, 2003). Para poder chegar a essas conclusões, os dois analisaram obras como as do pintor espanhol Velázquez (1599-1660), do italiano Caravaggio (1571-1610), e do holandês Vermeer (1632-1675). Hockney (2003) usa a obra “O astrônomo” (ilustração 13), de Vermeer, pintada em 1668, como um dos exemplos para seus argumentos. Para ele, a perfeita harmonia que pode ser observada no globo e a perfeição retratada das dobras do pano por sobre a mesa somente poderiam ser conseguidas com a ajuda de lentes. Podemos observar também, nesta pintura, que o modelo está na frente da janela, o que mostra a busca por uma maior iluminação. Sem esse recurso óptico, argumenta Hockney (2005), Vermeer não conseguiria esses efeitos de qualidade em suas obras. É bom lembrar que a iluminação é extremamente importante para a formação de uma imagem de qualidade, como foi mencionado na seção precedente. Nas obras de Vermeer é comum que os modelos se posicionem em frente a janelas, como é o caso de obras como “A Leiteira”, 1659, e “A Mulher Lendo Uma carta”, de 1662 -1665.



Ilustração 13:- “O Astrônomo”, de Jan Vermeer, 1668
Fonte: [HTTP://abracoalmeida.wordpress.com/2008/06](http://abracoalmeida.wordpress.com/2008/06)

Gaspar (2005) acredita que nem todos os artistas mencionados no livro de Hockney tenham usado lentes e espelhos para a produção de suas obras, mas é inegável que muitos usavam esses recursos ópticos, pela simples razão deles já existirem em cada época das obras.

É provável que a resistência de muitos à aceitação dessa realidade se deva à rejeição da mescla de arte com ciência implícita nessa prática, fruto de uma visão preconceituosa ou mesmo ingênua da ciência, segundo a qual a ciência pode ou pretende tudo... (GASPAR, 2005).

Antes de seguirmos para a próxima seção, que apresentará o romance *Moça com Brinco de Pérola*, nome de uma das obras de Vermeer, é necessário lembrar que, mesmo que os pintores usassem esses recursos, esse uso de maneira alguma denigre a imagem desses artistas. É bom ressaltar que, mesmo quando se tenta colar algum desenho, não o fazemos com a perfeição com que esses artistas o faziam. Eles eram extremamente hábeis e suas obras são belíssimas e de qualidade incomparável.

2.4.1. Moça com Brinco de Pérola

A pintura “Moça com Brinco de Pérola”, mostrada na ilustração 14, criada por volta de 1665 pelo pintor holandês Johannes Vermeer, é considerada a “Mona Lisa”

holandesa. Pouco se sabe de sua real inspiração para pintá-la. Foi justamente esse mistério que levou a escritora Tracy Chevalier a escrever o romance *Moça com Brinco de Pérola*, que posteriormente acabou sendo adaptado para o cinema.

“Moça com Brinco de Pérola” acaba se tornando um quadro popular, pois vira romance e filme¹². O romance é inspirado na maior e mais misteriosa obra de arte do pintor holandês Johannes Vermeer – uma pintura que retrata o olhar indecifrável de uma bela jovem. Quem seria ela e o que seus olhos queriam dizer? Seria sensualidade ou tristeza?

O mistério da moça permanece até hoje, mas a escritora Tracy Chevalier tinha uma teoria, que introduziu em um romance, o qual acabou dando origem ao filme de longa metragem de Peter Webber. Segundo a escritora, a moça era nada mais que a criada do artista, que no filme é interpretado, brilhantemente, por Colin Firth. Ela vai trabalhar em sua casa, mas a relação entre os dois se intensifica além do planejado, e nesse contexto, o famoso quadro é feito. Essa aproximação entre a empregada Griet e o patrão é a raiz das dores de cabeça da mulher de Vermeer, que, observando a situação, começa a ter crises de ciúmes. A beleza de Griet também atrai o filho de um açougueiro e o arrogante Van Ruijven, principal cliente do pintor.

O mais interessante é que nada é deixado muito claro para o espectador, quase tudo apenas sugerido. Por exemplo, a paixão entre o casal não é composta de intrigas românticas. Ao contrário, o filme não apresenta falas que mostrem o que ambos estão sentindo, tudo é deixado para que o espectador interprete por si mesmo. É um filme de olhares, que devem ser observados e interpretados pelo espectador. Em uma das cenas do filme, o patrão pergunta a Griet qual é a cor das nuvens. A moça responde rapidamente que são brancas, mas, após pensar rapidamente, diz que são azuis, amarelas e cinzas. O patrão percebe que a empregada tem sensibilidade artística e isso o atrai profundamente.

¹² A exposição “Câmara Escura” também “conta” que o quadro do pintor holandês fica popular com o filme “Moça com Brinco de Pérola”.

É interessante notar que no filme, em meio ao clima romântico existente entre patrão e empregada, Vermeer usa uma câmara escura para pintar Griet. Na busca de um melhor efeito de luz e sombra, ele pede que ela use um brinco de pérolas, uma vez que o quadro estava muito escuro e necessitava de pontos de luz.



Ilustração 14:- “Moça com Brinco de Pérola”
Fonte: <http://www.cranik.com/mocacombrincodeperola.html>

Finalmente, é necessário ressaltar que um dos objetos que fazem parte da exposição “Câmara Escura” é uma releitura dessa obra de Vermeer, “Moça com Brinco de Pérola”. A releitura, pintada por Alvair Silva Gonçalves, foi doada para fazer parte da exposição.

2.5. Organização da Exposição da “Câmara Escura”

A câmara escura confeccionada para a realização desse estudo (Ilustração 15 e 16) media 1,5m x 1,5m por 2,0m de altura, estrutura em aço com paredes e piso de madeira (MDF) fixados por parafusos e porcas e capacidade para receber em seu interior simultaneamente 6 pessoas, sendo 5 alunos e o expositor.

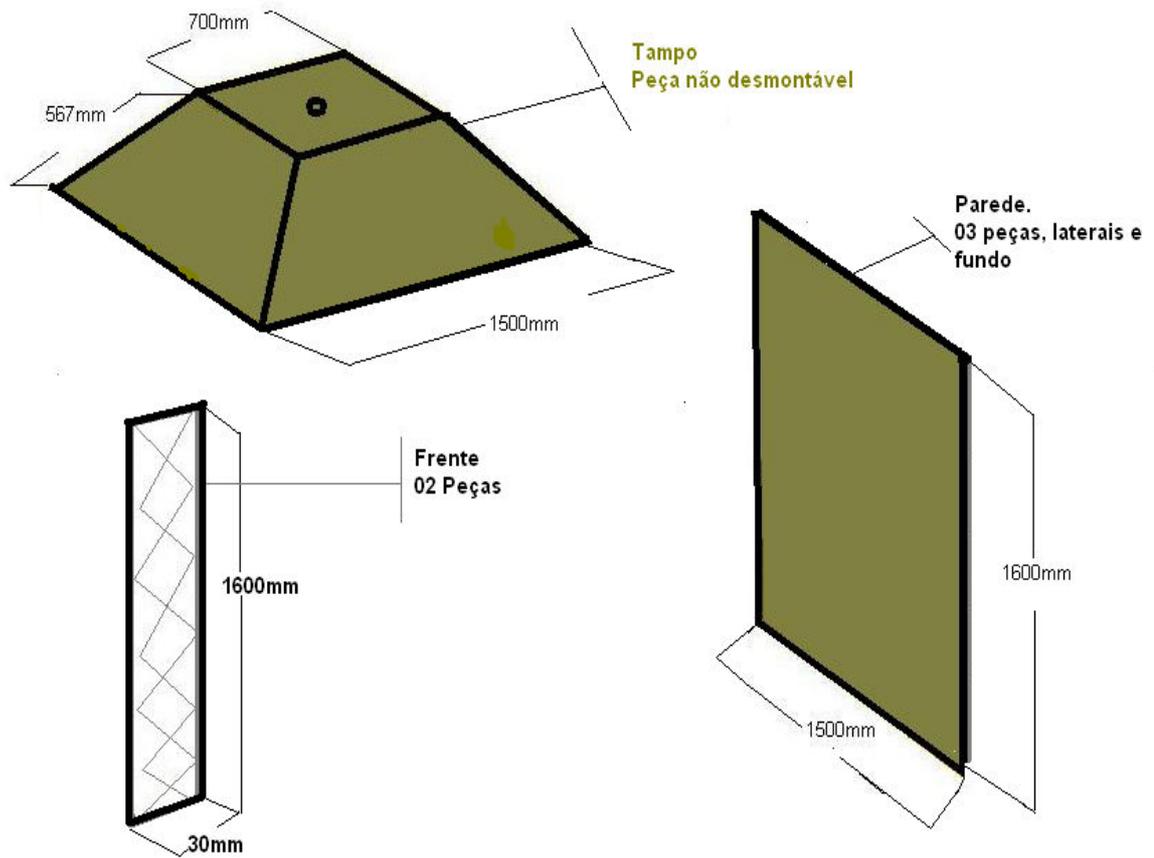


Ilustração 15: Confeção da Câmara Escura
Fonte: O autor

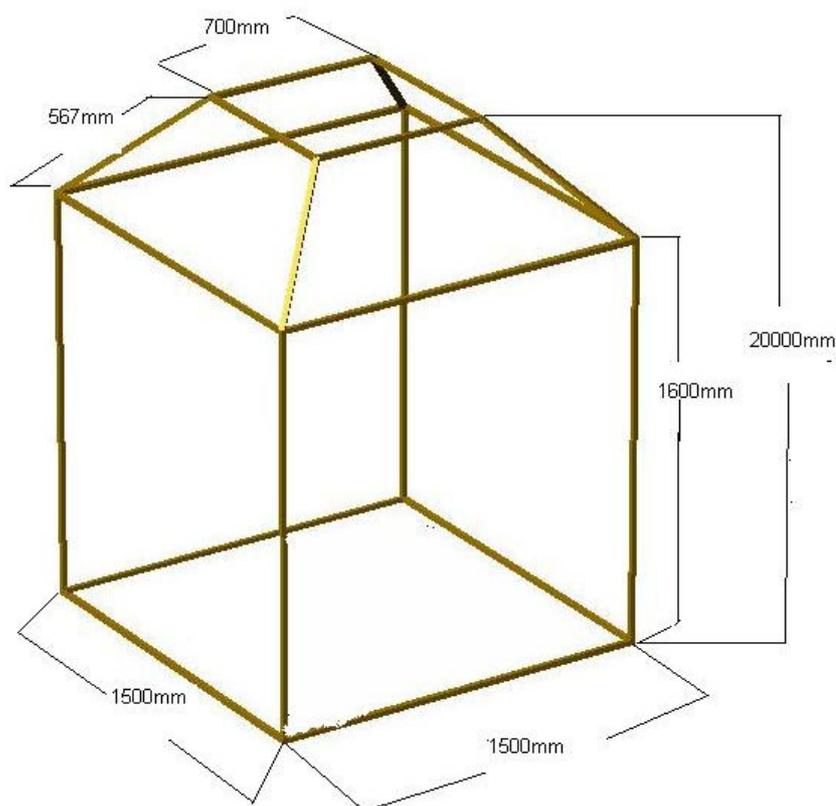


Ilustração 16: Estrutura de metal da Câmara Escura

Fonte: O autor

A câmara é dotada de dois orifícios, sendo um no teto e outro na parede lateral à porta de entrada. O orifício superior é dotado de uma lente convergente fixa, enquanto que a lente do orifício lateral deverá ser manipulada pelo aluno, para encontrar o foco e corrigir borrões nas imagens projetadas pelo feixe de luz que entrará. Sobre o orifício do teto há um pequeno painel onde se encontra preso um boneco de pelúcia com formato de centopéia, que é iluminado por uma lâmpada halógena de 300W/220V. De forma alinhada e externa ao orifício da parede lateral, encontra-se o local onde ficará um aluno, escolhido aleatoriamente, iluminado por luz natural. As imagens que se formam no interior da câmara aparecem em uma tela que fica com o expositor.

Para confecção da câmara escura foram necessários, aproximadamente, 45 dias, e para montagem e desmontagem da mesma são necessárias 2h30min.

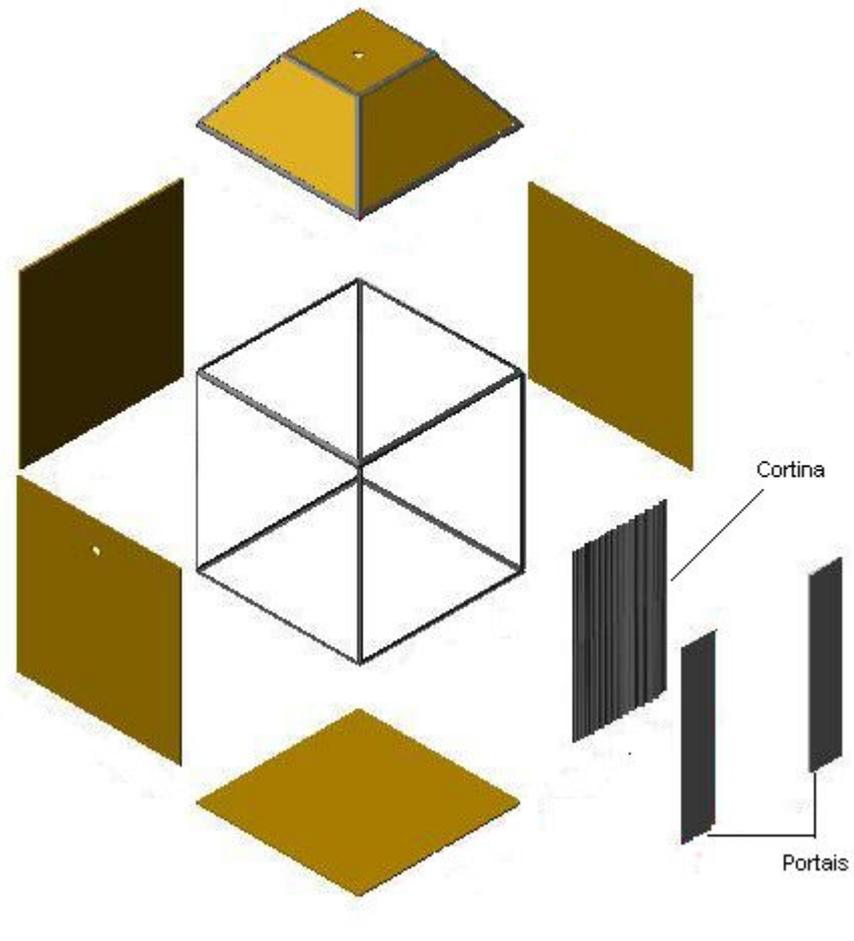
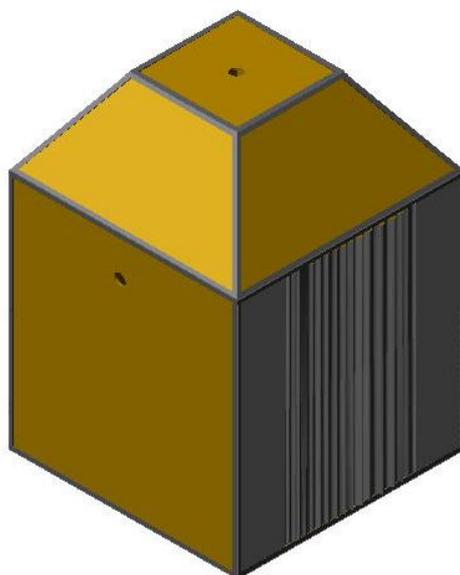


Ilustração 17: Vista explodida da Câmara Escura
Fonte: O autor



MONTAGEM

Ilustração 18: Montagem da Câmara Escura
Fonte: O autor

2.6. A Exposição Itinerante

A Exposição Itinerante da Câmara Escura é um espaço de parceria com a educação formal. Ela foi planejada de forma a poder ser transportada facilmente e utilizada em escolas de ensino básico. Isso se deve ao fato dessa exposição ter um conteúdo que permite a visita de crianças, jovens e adultos de diferentes níveis de escolaridade. Pode, ainda, propiciar uma reflexão para aperfeiçoamento dos modelos didáticos de professores de ensino básico.

CAPÍTULO 3 – Caminho Metodológico

Esse trabalho trata do planejamento de uma exposição interativa que pudesse mobilizar a curiosidade dos alunos de uma escola do DF e, dessa forma, os motivassem na aprendizagem da Óptica. Assim, o foco desse trabalho acabou voltando-se ao exame do impacto dessa exposição na motivação para aprender Óptica desses alunos. Portanto, esse capítulo tem como objetivo descrever as etapas adotadas para o desenvolvimento desse exame. Serão aqui destacados a abordagem metodológica seguida, os principais métodos de coleta de dados e as respectivas justificativas para essas escolhas.

3.1. Contextualizando a Instituição de Ensino

O trabalho preparatório para a visita da exposição iniciou-se no mês de maio de 2007, incluindo contatos com a direção, supervisão e professora, e com visitas e reuniões na própria escola.

A escola escolhida para a pesquisa é uma instituição da rede pública de ensino, localizada em uma das grandes cidades satélite do Distrito Federal, que atende alunos do Ensino Fundamental, do Ensino Médio e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), totalizando 1270 alunos matriculados nos turnos matutino, vespertino e noturno. De acordo com o levantamento socioeconômico feito pela secretaria escolar, os alunos que a freqüentam se enquadram na classe social de baixa renda, moram nas proximidades da escola e sempre estudaram na rede pública de ensino.

No período matutino funciona o Ensino Médio, que atende a 585 alunos, divididos em 15 turmas, sendo seis turmas de 1º ano, cinco turmas de 2º ano e quatro turmas de 3º ano, com uma média de 39 alunos por turma.

Em relação às escolas públicas do Distrito federal, a escola em que se deu a pesquisa, chamada doravante de Escola do Bairro¹³, pode ser classificada como uma escola de grande porte. Ela conta com uma área física de aproximadamente 100.000m², contando com 80.000m² de área construída, e com uma área de terra batida com 25.000 m².

A área útil da escola é dividida em espaço para atividades de Educação Física, com três quadras de esportes, uma biblioteca, uma cantina e salas de aula. As salas de aula da escola são fixas para as disciplinas, cabendo aos alunos mudarem de uma sala para outra, conforme o horário estabelecido das disciplinas. Durante os turnos diurnos há um rigoroso controle de freqüência dos alunos. Os professores devem informar à coordenação da escola a respeito de alunos que passam de certo limite de faltas, para que os pais ou responsáveis sejam comunicados. O resultado dessa medida, segundo a diretora, reflete na baixa evasão escolar.

Essa escola foi escolhida como campo de pesquisa, pois desejava-se uma escola de Ensino Médio com um grande número de alunos. Além disso, já se conhecia a professora de Física, o que facilitou o acesso a essa escola. É interessante notar que, para o período diurno, a escola só tem essa professora para lecionar Física para todas as turmas do Ensino Médio. A professora, Maria Tereza¹⁴, é licenciada em Física e atua como docente há mais de 20 anos, dos quais 16 na Escola do Bairro. A escola não conta com laboratórios e a professora Maria Tereza, por lecionar Física em todas as turmas, tem pouco tempo para planejar suas aulas. Esses dois fatos também contribuíram para a escolha dessa escola como local para a instalação da exposição e realização da pesquisa.

Tendo em vista esse contexto, entendeu-se que a exposição da Câmara Escura poderia oferecer aos alunos uma atividade diferente e estimuladora. Assim como os laboratórios de ciências, as exposições museológicas buscam reproduzir

¹³ Escola do Bairro é um nome fictício.

¹⁴ Por motivos éticos, o nome da professora é fictício.

fenômenos, práticas e procedimentos científicos. De uma forma análoga aos cientistas, os visitantes são convidados a interagir com os fenômenos naturais, descobrindo suas leis por intermédio do diálogo (COLINVAUX, 2005).

Com apoio da direção e participação da supervisão escolar, foram realizados vários encontros com a professora. Ela precisava conhecer mais de perto a exposição e sua intenção, para familiarização e entendimento de seus objetos e do conteúdo. Assim, em conjunto com a professora, planejou-se as atividades pré, pós, e visita dos alunos à exposição. Como a exposição museológica aborda assuntos do conteúdo de Óptica Geométrica, a professora mudou a ordem de suas atividades. Ao invés de começar o conteúdo de Física Térmica, como lhe era comum, ela propôs que se começasse, no mês de maio, o conteúdo de Óptica. De acordo com o planejamento, a professora definiu o cronograma para trabalhar o conteúdo e a visita à exposição.

No intuito de se resguardar de possíveis problemas com direitos de imagem dos alunos, providenciou-se a elaboração de uma autorização, assinada pelos pais ou responsáveis, para que os estudantes pudessem participar da exposição, pois as aulas e os diálogos entre expositor-aluno e aluno-aluno deveriam ser filmadas e gravadas.

No caso desse trabalho, como já mencionado, a escolha dessa escola se deu pelo fato de que já se conhecia a professora da escola. A escolha de se trabalhar com uma turma de 2º ano foi feita pela professora em função de haver no currículo do 2º ano do Ensino Médio o tema Óptica, que é tratado pela exposição. A exposição da Câmara Escura tem condições de atender a todo o ensino básico, tendo em vista os diferentes conteúdos de ciências tratados por ela. No entanto, para a presente pesquisa decidiu-se, com a professora, que sua aplicação seria mais produtiva em uma turma do 2º ano do Ensino Médio (EM), pois a exposição aborda com mais ênfase a Óptica Geométrica, ensinada no terceiro bimestre do 2º ano do EM.

Os sujeitos de pesquisa são as pessoas que fornecem dados para a pesquisa; nessas circunstâncias, tornou-se necessário definir qual das cinco turmas do 2º ano visitaria a exposição. Inicialmente, pensamos em uma escolha aleatória ou

por sorteio. No entanto, acabou-se optando pelo 2º ano “C” que, após os ajustes de horários, foi a única turma a ficar com duas aulas ininterruptas de Física. As aulas dessa turma, de 45 minutos cada e sem interrupções entre uma e outra, inclusive com o intervalo ao término destas, foi um dos critérios usados para escolha.

A turma escolhida tem 39 alunos. De acordo com a professora, essa turma é considerada mediana, apresentando um pequeno grupo de 3 alunos com rendimentos acima da média.

As demais turmas do 2º ano, não selecionadas para a pesquisa, também visitaram a Câmara Escura em dias subsequentes à pesquisa, porém, sem necessidade de entrevistas. Queria-se que todos os alunos do 2º ano visitassem a exposição, mas só se faria a pesquisa em uma das turmas em função do tempo disponível para coleta de dados. Um número maior de turmas para coleta de dados inviabilizaria a pesquisa, pois não haveria tempo para realizar entrevistas com tantos alunos.

3.2. Questão da Pesquisa

Como mencionado na introdução desta dissertação, o sistema formal de ensino não tem dado conta de letrar científica e tecnologicamente a população. Esse é um dos grandes problemas com o qual temos nos deparado no ensino de ciências e, pesquisando a literatura, observou-se que a Divulgação Científica, realizada através de exposições museológicas, em parceria com as escolas, pode auxiliar o ensino formal e tentar melhorá-lo. Assim, esse trabalho teve como objetivo o planejamento e organização de uma exposição museológica para examinar o seu impacto na motivação para aprender. A questão dessa pesquisa é, portanto: qual é o impacto de uma exposição museológica na motivação para aprendizagem de Óptica dos alunos que a visitam?

É necessário agora refletir sobre os aspectos metodológicos de como responder a essa pergunta, definindo o caráter da investigação, as fontes de pesquisa, os sujeitos da pesquisa e as técnicas de coleta de dados, justificando as escolhas e o método de trabalho.

3.3 Procedimentos Metodológicos

Para essa pesquisa propõe-se o procedimento metodológico de abordagem qualitativa, denominado pesquisa exploratória. A pesquisa qualitativa, segundo Roesch (1999), é um método de coleta e análise de dados apropriado a uma pesquisa exploratória. Partiu-se do princípio que seria muito difícil, talvez impossível, uma pesquisa com o objetivo de examinar a ocorrência ou não de aprendizagem decorrente da visita à exposição. Assim, optou-se por uma pesquisa que pudesse explorar o comportamento dos alunos em consequência da visita.

A finalidade de uma pesquisa exploratória é se familiarizar com o fenômeno que deve ser investigado; nesse caso quer-se investigar o fenômeno de visita a uma exposição museológica (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Os resultados da pesquisa exploratória prestam assistência às pesquisas subseqüentes, que têm como objetivo aprofundar o conhecimento sobre o fenômeno. Nesse caso, pesquisas subseqüentes poderão investigar a aprendizagem, enquanto que essa apenas explorou a motivação para a aprendizagem.

Os estudos exploratórios, que normalmente usam amostras pequenas, permitem ao investigador definir seu problema e questão de pesquisa de forma mais precisa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). A pesquisa exploratória, como essa, tem o potencial de alertar sobre as dificuldades e as resistências dos alunos (sujeitos de pesquisa). Portanto, para a realização de ações de educação (visitação de exposição), que dependem do comportamento de alunos, torna-se de extrema importância conhecer previamente as maneiras de agir, sentir e pensar dos alunos sobre essas ações (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Escolheu-se fazer uma pesquisa do tipo exploratória uma vez que é sabido que esse tipo de pesquisa proporciona familiaridade com o problema e adapta-se perfeitamente ao estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

A pesquisa exploratória serve justamente para se entender as reações dos alunos a esse tipo de atividade. As perguntas a serem respondidas por essa exploração são: Como os alunos agirão durante as visitas? O que eles pensam dessas visitas? Como eles percebem a visita? O que eles acharam da visita? Como

eles agem depois da visita? Considera-se, portanto, nessa pesquisa exploratória, a identificação das ações empregadas pelos alunos, antes, durante e depois da visita. Será que esses alunos terminaram a visita à exposição motivados a aprender Óptica?

Esta pesquisa trabalhou com as interações sociais, quer durante as aulas de Óptica Geométrica em sala de aula antes dos alunos visitarem a exposição, quer durante a visita deles à exposição da Câmara Escura, e também após a visita, de forma a privilegiar o tratamento qualitativo dos dados.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Os procedimentos de coleta de dados adotados, bem como os respectivos instrumentos de coleta de dados utilizados para realizar a presente pesquisa foram (1) entrevistas; e (2) observação.

(1) Entrevistas

A entrevista tem um lugar de destaque para a coleta de dados qualitativa e é uma das fontes de evidência mais importantes para as pesquisas qualitativas.

A entrevista é uma conversação, a arte de perguntar e ouvir. Não é uma ferramenta neutra, já que o entrevistador cria a realidade da conjuntura da entrevista. Nessa conjuntura respostas são dadas. Portanto, a entrevista produz compreensões situadas fundamentadas em episódios interativos específicos. Esse método é influenciado pelas características pessoais do entrevistador, incluindo a raça, a classe, etnia e o sexo (DENZIN; LINCOLN, 1994 apud ZIMMERMANN, 1997, p. 194, tradução nossa).

Optamos por realizar entrevistas individuais, pois essa ferramenta de coleta de dados pareceu melhor adaptar-se tanto ao nosso objeto de pesquisa – a motivação - quanto aos nossos objetivos – seu exame. As entrevistas individuais tiveram como objetivo tanto examinar o conhecimento dos alunos antes de visitarem a exposição, quanto durante e após a visita. Cabe aqui, ainda, mencionar que as entrevistas foram do tipo semi-estruturadas. Escolhemos esse tipo de entrevista porque nelas não há imposição de uma ordem rígida de questões - o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

(2) Observação

A observação não só é uma das formas mais antigas e básicas de pesquisa, mas é a mais apropriada para ser usada em conjunto com outras ferramentas de coleta de dados, como é o caso dessa pesquisa (LÜDKE; ANDRÉ, 1996). A observação pode ser utilizada na pesquisa conjugada a outras técnicas ou de forma exclusiva.

Um dos interesses dessa pesquisa, a motivação, certamente é demonstrado durante as interações aluno-professor e aluno-aluno, e durante e após a visita à exposição. Não há melhor técnica de coleta de dados para examinar as interações do que a observação. Portanto, esta técnica, sem dúvida, serve ao objetivo formulado nessa pesquisa – examinar a motivação.

O principal problema da observação é a presença do pesquisador, pois ele, principalmente em um meio estudantil, pode provocar modificações no comportamento dos observados, os alunos, acabando com a espontaneidade e, por isso, produzindo dados que chamamos de contaminados - pouco confiáveis. É por isso que é interessante o uso de outros métodos de coleta para proceder, o que se denomina em pesquisa de triangulação de dados. A triangulação dos dados é utilizada para aumentar a validade da pesquisa e é feita por meio do emprego de fontes múltiplas de dados, como a coleta de documentos, o emprego de questionários, entrevistas e observação. Segundo o grau de participação do pesquisador, a observação pode ser do tipo participante ou não-participante. Na observação não-participante, o pesquisador deveria permanecer alheio ao grupo e à situação que pretende estudar. Neste procedimento, o pesquisador é muito mais um espectador que um ator. Não me parece que isso seja possível numa pesquisa desse tipo, em que o pesquisador quer participar e ajudar na construção do conhecimento dos visitantes; talvez se possa, até mesmo, dizer que o pesquisador deseja construir conhecimento com os participantes. Dessa forma, o pesquisador passa a ser um observador participante.

A observação participante se dá quando o pesquisador se envolve, participa da situação junto com o grupo. O observador assume, até certo ponto, o papel de

membro do grupo. Deste modo, a observação participante gera muita controvérsia a respeito da sua aplicação, pois nessa técnica torna-se relevante o envolvimento do pesquisador no desenvolvimento da pesquisa, bem como na análise dos dados. É necessário entrar na pesquisa tendo consciência de que “a observação não somente altera (influencia), como também é influenciada pelo que é observado” (LÜDKE; ANDRÉ, 1996); portanto, investigador e investigado criam juntos os dados da pesquisa.

A coleta de dados através de observação foi realizada em dois momentos. O primeiro momento se deu durante a visita da turma à exposição museológica. Nesse momento teve-se como objetivo compreender a prática social que ocorre durante a visita. A segunda coleta de dados de observação se deu depois que os alunos visitaram o museu. Queria-se então observar as reações dos alunos e entender o verdadeiro significado da exposição museológica para eles.

CAPÍTULO 4 – O Trabalho de Campo

Conforme abordado no capítulo anterior, a pesquisa foi realizada em três momentos distintos. A primeira interação que se teve com os alunos foi em sala de aula e a segunda foi durante a visita deles à exposição da Câmera Escura. O terceiro momento ocorreu com a professora-colaboradora, que nessa oportunidade destacou a importância da parceria e as vantagens para os alunos. Todas as atividades ocorridas antes, durante e após a visita foram documentadas e em diversas oportunidades foram vídeo-filmadas.

Vale ressaltar que tive um papel de um membro aceito, já que trabalhei todo o tempo com a professora da turma pesquisada. Sempre que possível e necessário, foram tomadas notas descritivas de detalhes que não podiam ser esquecidos e, assim, foram registrados vários episódios. O mais cedo possível as notas e filmes eram revistos.

No primeiro momento, a professora da turma¹⁵ apresentou-me, mencionando ser também professor de Física, aluno de mestrado, interessado no processo de ensino-aprendizagem de Física. Ela relatou aos alunos que eu estava fazendo uma pesquisa sobre ensino Não-Formal de Física e explicou a eles o que isso queria dizer. Finalmente a professora-colaboradora discorreu sobre a necessidade de realização de pesquisas como essas e as contribuições que podem trazer para a aprendizagem do conteúdo que eles estavam estudando. Houve preocupação da professora-colaboradora em esclarecer que os alunos, em momento algum, seriam avaliados. Essa explicação propiciou um clima de perfeita harmonia, naturalidade e conduziu os alunos a participarem ativamente das atividades da exposição.

4.1. Primeiro Encontro em Sala de Aula

O primeiro encontro que se teve com os possíveis visitantes da exposição aconteceu em sala de aula, durante a aula de Física da professora-colaboradora.

¹⁵ Doravante professora-colaboradora.

Esse primeiro contato com os alunos da turma teve como objetivo discutir a relação que pode existir entre ciência, arte e tecnologia e, assim, trabalhar a idéia de que pintores famosos usam tecnologia para elaborar suas obras.

Apresentou-se aos alunos as teorias do pintor David Hockney, para em seguida se discorrer sobre obra do pintor holandês Johannes Vermeer e sua famosa obra “Moça com Brinco de Pérolas”.

Discutiu-se, ainda, a suposta história da moça que deu origem a um livro da escritora Tracy Chevalier, que acabou virando filme.



Ilustração 19: História da Moça com brinco de Pérolas
Fonte: <http://www.cranik.com/mocacombrincodeperola.html>

A interação do pesquisador com a turma foi realizada através desse diálogo informal, através de questionamentos. Os alunos tiveram a oportunidade de ver um quadro que mostrava uma releitura do quadro de Vermeer, pintado especialmente para a exposição. Assim, o diálogo se deu ao redor do quadro da Moça com brinco de pérola. Chamou-se atenção dos alunos para a luminosidade incidente na moça nesse quadro. Os alunos puderam perceber que há muita luz iluminando o rosto da moça.

Assim, passou-se a questionar os alunos com bom humor. Foi ponderado que seria interessante fazer os questionamentos dessa forma bem humorada, logo no início dessa aula, o que promoveria aquecimento, tornando os alunos mais participativos.

É necessário ressaltar que os alunos já estavam curiosos, eles já sabiam da montagem da exposição – eles tinham visto a movimentação no pátio da escola. E antes de levar os alunos até a exposição, ocorreu o seguinte diálogo.

- Pesquisador: Quando queremos tirar uma fotografia, com uma câmera dessas antigas que usa filme, chamadas analógicas, o que fazemos?*
- João¹⁶: A gente aponta para a pessoa e aperta um botão.*
- Antônio: A gente olha por uma lente que tem dentro dela e mira na pessoa que a gente que tirar a foto.*
- Pesquisador: Isso! Mas como a pessoa fica dentro da câmera?*
- Janete: A pessoa não fica lá dentro. Humm é a imagem dela que vai para dentro da câmera.*
- Paulo: É por isso que... hummm ... É como o senhor falou, para que possamos enxergar as coisas, elas precisam de luz e os objetos que vão ser tirado (sic) as fotos precisam estar bem iluminados, igual a história que o senhor contou do brilho do brinco da moça do quadro.*
- Pesquisador: Mas o que tem a ver a luz com a câmera fotográfica?*
- Paulo: É que a luz refletida do objeto entra na câmera.*
- Pesquisador: Como entra na câmera?*
- Paulo: Pelo furo que tem nela.*
- Pedro: É por isso que um fotógrafo quando vai tirar fotos ele usa várias luzes. A pessoa tem que ficar bem iluminada para ter uma boa imagem dentro da câmera.*
- Marcelo: Como faz para revelar o filme depois professor?*
- Renato: E como funciona a câmera digital professor? Eu já vi uma que tira foto no escuro.*
- Pesquisador: Calma, veremos tudo isso na próxima oportunidade, uma coisa de cada vez. Vocês querem conhecer uma câmera fotográfica gigante, uma em que se pode entrar e ver o que acontece lá dentro?*
- Todos: SIM!!!!!!!!!!!! Sim!*

Como se pode perceber pelo diálogo acima, os alunos estavam excitados, estavam motivados. Durante esse encontro foi possível observar interesse e curiosidade. Os alunos perguntavam muito, eles queriam entender como a imagem se forma dentro da câmera fotográfica e também queria saber como se dá processo fotográfico em detalhes. Nota-se, também, o grande interesse em saber como

¹⁶ Para preservar o anonimato, os nomes dos alunos são todos fictícios.

funcionam as câmeras fotográficas digitais, ou seja, é despertado o interesse pela ciência e a tecnologia. É importante ressaltar, como se percebe no diálogo acima, a câmera digital já faz parte do dia-a-dia desses adolescentes e conhecer seu funcionamento acaba sendo uma demanda. Esse acaba sendo um conhecimento não desconectado da realidade, do dia a dia deles. Apesar de ser uma escola pública notou-se que muitos têm telefone celular com máquina fotográfica. Portanto, esse conhecimento não é imposto de cima para baixo por um currículo descontextualizado, mas sim demandado pelos próprios alunos. A exposição, portanto, acaba oferecendo uma oportunidade para os alunos se posicionarem sobre o que eles desejam saber. É esse tipo de conhecimento, contextualizado, que essa parceria museu-escola pode oferecer.

4.2. Diálogos Durante a Exposição

Após o primeiro encontro, acima relatado, os alunos fizeram uma visita à exposição acompanhados da professora-colaboradora. Como acima mencionado, a câmara escura foi montada no pátio da escola, local especialmente escolhido pela ter boa incidência de luz solar, o que contribuiria para a perfeita formação das imagens no interior da câmara.

Enquanto aguardávamos a turma, várias pessoas que passavam nas proximidades do pátio, dentre elas, professores, coordenadores, alunos sem atividades naquele instante, secretários e vigias, queriam saber o que era aquela “casinha”. Para que servia, o que fazia e o que tinha dentro daquela enorme caixa preta. Como dispúnhamos de tempo, foi possível mostrar e ainda explicar o funcionamento da câmara para os curiosos que por ali passavam. O impressionante é que essas pessoas ao saírem da câmara perguntavam o que fazia com que as imagens formadas no interior da “casinha” ficassem “de cabeça para baixo” e que tipo de lente eu havia usado. Todos perguntavam, todos queriam saber, até mesmo os funcionários da limpeza mostravam espanto e curiosidade. Teríamos outros encontros com essas pessoas mais tarde, agora a turma, objeto dessa pesquisa, se aproximava.

Assim que a professora chegou com a turma, os portões do pátio foram trancados e um guarda ficou a nossa disposição para nos ajudar a cuidar dos alunos que ficariam aguardando sua vez para entrar na câmara. A professora nos ajudou na formação e controle da entrada na câmara de todos os grupos de alunos. Juntamente comigo, uma pessoa externa à escola fazia as filmagens, enquanto isso eu gravava as conversas com um gravador que estava no meu bolso.

Todos os alunos da turma participaram da exposição. No entanto, por serem muitos alunos, as observações e filmagens foram realizadas com dois grupos escolhidos aleatoriamente.

4.2.1 Grupo 1

Quando o grupo 1 se postou na frente da câmara para entrar em seu interior, o professor-pesquisador iniciou uma interação dialógica com os alunos-visitantes – iniciou um diálogo.

Pesquisador: Vocês estão vendo aquela centopéia em cima da câmara escura? Vocês acham que é possível ver a imagem dela dentro da câmara?

[Os alunos ficaram pensativos]

Eustáquio: Depende do tamanho do furo por onde a imagem dela entra¹⁷.

Outro aluno, Alan, completou o pensamento de Eustáquio.

Se o buraco for muito grande agente vai ver e, se o buraco for muito pequeno agente não vai ver a imagem dela.

É interessante notar que, no trecho acima Eustáquio, organiza as informações, mesmo que intuitivas, de que dispõe.

Resolve-se, então, perguntar mais diretamente sobre a relação tamanho do buraco e a formação da imagem, para que os alunos pudessem refletir sobre as informações de que dispõe.

¹⁷ Nas citações foram mantidas as expressões usadas pelos alunos, os risos e sons por eles emitidos, assim como os erros de português.

Professor: Então vocês acham que o tamanho do orifício de uma câmera escura influencia na formação da imagem?

Francisco: A professora já falou alguma coisa na sala, ela falou algo desse assunto.

Como se observa a estratégia funcionou. Francisco mostra, no diálogo acima que ele está buscando as informações de que dispõe. E, como se pode ver na continuação do diálogo, Alan vem em seu auxílio e, com as informações de que dispõe, levanta uma hipótese.

Alan: Quanto menor o furo, a imagem fica mais fácil de ver. Hum ... er .. é que quando o furo é maior a imagem fica embaçada.

Bruno: Eu acho que é o contrário, quando o furo é pequeno demais fica mais difícil de ver.

Como visto, um dos participantes se lembrava que a professora já havia falado algo sobre o assunto. Portanto, a formação de imagens não era um assunto completamente novo para esses alunos, mas parecia que, naquele momento, a curiosidade havia sido aguçada. No entanto, era meu objetivo não dar respostas aos alunos. Portanto, no instante em que percebi que os alunos tentavam cada um brigar por suas convicções, os convidei para entrar na câmara, destacando que:

Entrar ai dentro é o mesmo que entrar no interior de uma imensa câmera fotográfica.

Os alunos começaram a entrar na câmara em silêncio. Mais uma vez perguntei como eles esperavam ver a imagem da centopéia projetada no anteparo no interior da câmara.

O grupo todo já estava no interior da câmara; no entanto, eles ainda não podiam ver a imagem, pois cobrindo o orifício, resolvi novamente questioná-los.

Pesquisador: Como vocês esperam ver a imagem da centopéia projetada no anteparo, no interior da câmera. Será maior ou menor do que está lá fora? Em preto e branco ou colorido igual ela realmente é?

Bruno: Acho que vai ser em preto e branco, pois as máquinas que tiravam fotos antigamente tiravam em preto e branco.

Sandro: Por que as fotos antigamente eram em preto e branco, lá em casa minha mãe tem algumas.

É interessante notar que os alunos, por acreditarem que a câmara escura, era uma câmara do tipo analógica, antiga, já que as novas são digitais, concluíam que a imagem seria preta e branca.

Pode-se perceber que, o orifício tapado, os deixava ainda mais excitados e curiosos.

Eustáquio: Mostra ela logo professor, abra o buraco.

Assim se colocou, propositadamente, uma tela sobre a qual a imagem seria projetada e o grupo pode ver a imagem da centopéia.

Alan: Eita , que legal, ela tá colorida e de cabeça para baixo! Porque professor?

Foi uma surpresa, pois além de verem a que a imagem projetada na tela era colorida, também estava invertida. Houve um grande silêncio que foi quebrado com todos perguntando ao mesmo tempo como isso podia ser. Tentei buscar uma resposta através de interação com o grupo os questionando. Como nada consegui resolvi adiantar algumas idéias sobre o porquê da imagem ser colorida e não preto e branco como eles tinham previsto, mas me calar sobre a inversão da imagem.

Pesquisador: O segredo de se obter uma fotografia colorida está todo na tecnologia dos filmes usados para revelação. A imagem projetada na câmara será sempre colorida. É a tecnologia da fabricação dos filmes que fará com que a foto fique colorida ou preto e branco.

Após essa resposta iniciou-se um longo diálogo sobre os materiais fotográficos, com perguntas e respostas, sobre a ciência e a tecnologia dos filmes fotográficos usados em câmaras. Resolvi então perguntar novamente o porquê a imagem projetada tinha as cores originais.

Pesquisador: Porque vocês acham que a imagem aqui dentro está com suas cores originais, ou seja, colorida?

Bruno: Conforme o senhor falou na aula passada ... er .. a luz bate na centopéia e ... er como na moça do brinco ... um pouco dela passa pelo furo com as suas cores e aparece aqui, igualzinho o que esta nesta tela.

Sandro: Agora lembrei, a luz que sai lá do bichinho ... er... é branca. Branca, será? Bem, segundo o que vimos na aula a luz que bate ..que ... er vem do sol é branca, é isso? Assim, o que chega aqui são as cores que ele – o bichinho - não absorveu. Lembra? A

professora falou que agente só vê as cores que as coisas refletem.

Pesquisador: Isso mesmo. Mas ninguém me explicou o porquê da imagem está invertida, alguém me explica?

Essa parecia ser a pergunta mais difícil de todas. Fez-se um grande silêncio que acabou sendo quebrado por Fernando que inicia um diálogo com os colegas.

Fernando: Er ... hum ... deve ser porque, como a luz tem todas as cores.

Bruno: Fernando ... pirou? Não tem nada a ver, huhauhuhha, se fosse assim agente ia ver um arco-íris aqui dentro.

Pesquisador: Eu não perguntei sobre as cores. Quero saber de vocês: por que a imagem está invertida?

Alan: A nossa professora de Física disse que a imagem formada nos nossos olhos é de cabeça para baixo, acho que aqui hehehe dentro é er ... humm é como se fosse nosso olho, não é?

Pesquisador: Alguém de vocês se lembra como são os raios de luz? Vocês se lembram que a luz viaja em todas as direções?

A partir dessa pergunta se iniciou um diálogo sobre como viaja a luz e como ela se comporta em face de encontrar obstáculos. A discussão chegou até que os alunos chegassem à conclusão que a luz se reflete nos objetos que ela encontra em seu caminho. Resolvi, então, levar um dos alunos para fora da câmara e postá-lo de forma que a sua imagem pudesse ser vista no interior da câmara. Tapando o orifício, reiniciei o diálogo.

Pesquisador: Então, como vocês esperam vê-lo?

Bruno: Será que ele vai sair de cabeça para baixo também?

Estáquio: Hehehe claro veio, acho que vai sair invertido. Mas vai aparecer mesmo a imagem dele aqui?

Fernando: Claro que vai, o professor não disse na aula passada que os pintores faziam os quadros das pessoas usando uma câmara dessa.

Eustáquio: Esse furo é muito pequeno professor, acho que não vai dá.

Pesquisador: Olhem bem agora. Vou destapar o orifício e colocar a tela. O que estão vendo?

Alan: Vixe ... Tô vendo só uns pontinhos coloridos aqui em baixo da tela. Tá tudo borrado, não tem nada, só borrão.

Pesquisador: O que agente deve fazer para melhorar essa imagem?

Bruno: Usa uma lupa?

Alan: Não, nada disso. Acho que er. ... já sei aumenta o tamanho do furo.

Pesquisador Mas o furo está fixo, não podemos aumentá-lo agora. Pensem bem, o que podemos fazer?

Nesse momento era evidente que todos estavam tentando levantar hipóteses sobre como a imagem poderia ser melhorada. Portanto, a interação na câmara escura levava os alunos a levantarem hipóteses e me pediam que as testassem. Isso ocorreu no caso em que Alan me pediu para aumentar o orifício da câmara. O levantamento de hipóteses por parte dos alunos, como demonstra o diálogo, já mostra que a exposição motiva os alunos a testarem seus conhecimentos.

Sentindo que não surgiam mais respostas resolvi responder aos alunos com outra pergunta.

Pesquisador: A imagem está borrada, não é isso? Isso não é a mesma coisa que acontece com pessoas que não enxergam muito bem? Elas não vêem imagens “borradas”? Então, quando uma pessoa não está enxergando muito bem, do que ela precisa?

Eustáquio: Claro, claro, ela precisa de óculos.

Pesquisador: O que são os óculos? O que os óculos são considerados? O quê?

Eustáquio: Foi o que eu disse, não foi, hehehe, são uma lente que vai melhorar a imagem. Mas cadê professor a lente?

Concordando com Eustáquio, reafirmo que é verdade que uma lente poderá melhorar a imagem, assim como ela pode auxiliar a visão das pessoas que vêem as “coisas borradas” e apresento uma lente convergente para os alunos.

Pesquisador. Olhem só, estão vendo esta lente. É uma lente convergente. Quem pode colocá-la de frente ao orifício?

Eustáquio: Deixa eu colocar... Que legal, ali na tela é o Jeferson, ele está de cabeça para baixo também. Olha lá, ele abriu a boca.

Alan: Oxi hehehe, é dez!!! é legal mesmo. Só que vejam ... não estão percebendo?

Bruno: O que cara, pirou? O que é para ver?

Alan: O Jéferson tá grande demais da conta. Er... er...Veja. Credo. Ele está maior não professor? Por que ele está maior e de cabeça para baixo? Eu ainda não entendi por que fica tudo de cabeça para baixo.

O diálogo acima mostra que os alunos ainda estavam bastante curiosos sobre o fato da imagem se inverter. É interessante notar que os alunos até então ainda não haviam achado a solução para o enigma e isso, a nosso ver, só os excitava mais. Resolvi dar mais algumas dicas.

Pesquisador: A luz refletida pelo rosto do seu colega viaja em que direções? Me mostrem.

Alan:: Pra cima pra baixo e pros lados ... er... vai para todos os lados, não é isso?

Eustáquio: Pra todos os lados. Igual o professor disse semana passada.

Pesquisador: Certo. O buraco aqui é bem pequeno, não? Será que isso não significa que só poderão entrar aqui alguns raios?

[silêncio]

Pesquisador: Então, vocês não acham que parte dessa luz refletida passa ou não passa pelo furo?

Bruno: Claro, é ela que está entrando aqui e que ficou na tela.

Pesquisador: Pois bem, olhem a testa do colega de vocês pelo buraco, mas olhem bem de longe.

Alan: De longe não dá para ver nada.

Pesquisador: Então imagine que você pudesse ver. Qual seria exatamente a posição que você deveria ficar para ver a testa do Jéferson? Pensem.

[Silêncio]

[continua o silêncio]

Pesquisador: E então, se vocês quisessem ver os pés do Jéferson de longe olhando através do buraco, onde vocês colocariam a cabeça para ver os pés, aqui em cima ou aqui em baixo?

Bruno: Hum ... hum ... parece estranho, mas er... para ver os pés er ... eu tinha que olhar daqui de cima oxi ... parece estranho mas não é.

Pesquisador: Percebem que a testa do amigo de vocês ... er ... ela esta acima do centro do orifício?

Alan e Bruno: sim.

Pesquisador: Então, como é que ela faz para passar nesse orifício e sair a imagem da testa dele do outro lado?

Alan: Claro ... claro ... pensem ... o raio que vem er ... da ... cabeça ... quer dizer da testa vai pra baixo não? Ele desce, não?.

Eustáquio: Tá doido, ela só vai passar aqui porque ela também é torta.

Alan: Não é que ela é torta, ela viaja em todas as direções, então...

Fernando: é mesmo, ela também pode viajar em diagonal, igual a professora desenhou no quadro. Lembra?

A partir desse diálogo, se acredita que algumas explicações já podem ser dadas. É explicado, com o uso de Física geométrica, desenhada nas paredes da câmara pelo lado de fora, como a imagem é invertida. Assim, o diálogo flui até que todos percebem a “facilidade” de se desenhar uma pessoa usando a câmara escura. Ao sair da câmara um dos alunos percebe o quadro que está fora (a releitura da “Moça com brinco de pérola”) e pergunta sobre o quadro.

Pedro: Esse quadro é aquele do pintor?

Pesquisador: Sim, é a pintura da Moça com Brinco de Pérolas, que foi abordado em sala de aula. Lembra? Na verdade esse é uma cópia, não é o verdadeiro. É o que eu disse na sala de aula ... er ... é uma releitura.

Os diálogos que ocorreram com esse grupo de alunos mostram que a exposição funciona, em muitos momentos, como um *recall*, levando os alunos a relembrar de diálogos ocorridos em sala de aula, em que certos conceitos foram discutidos. Esses diálogos também mostram que, em muitos momentos, a exposição motiva os alunos a levantarem hipóteses e, assim, quererem testá-las. Os dados também mostram que a exposição estimula a curiosidade dos visitantes e levam os alunos a perguntar e a buscar as explicações.

Ao verem as imagens formadas no interior da câmara pôde-se perceber a satisfação e curiosidade desses alunos e ao mesmo tempo o interesse em saber o que levou a imagem da centopéia e do colega deles a ficarem invertidas. Curiosamente, a imagem do colega “maior e de cabeça para baixo” despertou um interesse ainda maior. Isso se deve talvez pelo prazer que os alunos sentiram ao manipularem a lente, ou seja, o prazer de interagir com a exposição.

As interações com o grupo 1, para nossa surpresa, não ocorreram da forma como se esperava. Este resultado nos mostrou a necessidade de planejar melhor as interações e a necessidade de muita reflexão por parte do moderador da exposição¹⁸. As perguntas feitas tinham como objetivo levantar os conceitos prévios dos alunos e isso funcionou. Como visto acima, Francisco se lembrava que a professora já havia falado algo sobre o assunto. Portanto, formação de imagens não era um assunto completamente novo para esses alunos. No entanto, parecia que agora, com a exposição, e as perguntas feitas pelo pesquisador, a curiosidade dos alunos estava começando a ser instigada.



Ilustração 20: Discussão com os alunos sobre a formação da imagem da centopéia de pelúcia no interior da Câmara Escura.

Fonte: O autor

¹⁸ O moderador de uma exposição, em geral é o monitor, mas pode ser o próprio professor dos alunos visitantes. No caso desse trabalho de pesquisa o pesquisador foi quem moderou a interação com os alunos durante a exposição.

4.2.2. Grupo 2

Um segundo grupo de alunos, também escolhidos aleatoriamente, foi observado e filmado durante a visita deles à exposição. Assim como ocorreu com o grupo acima descrito, a presença da câmara de vídeo, para filmar as interações e diálogos, não os perturbou. A cada nova turma que era levada para visitar a exposição, aumentava a minha experiência e prática de diálogo com os alunos. Sabia que o meu objetivo era estimulá-los, pois entendia que mesmo a melhor exposição do mundo pode ser chata se não for bem “monitorada”. Portanto, decidi, uma vez mais, estimular os alunos-visitantes a expressar-se sobre o que achavam da visita, nos aspectos específicos do conteúdo da exposição. Queria desvendar o pensamento que esses alunos tinham durante as interações bem como queria ter certeza de conseguir observar todos seus comportamentos durante a visita.

A visita desse segundo grupo começou exatamente da mesma forma que o anterior com o seguinte diálogo:

Pesquisador: Vocês acham que a imagem daquela centopéia de pelúcia, lá em cima da câmara escura, vai aparecer lá dentro?

[silêncio]

Antônio: A gente viu ... er. ouviu ... naquela na aula que, dentro de uma câmera fotográfica fica a imagem do objeto que agente quer tirar foto. Hummmm ... mas precisa ... basta ter um furo nela. Então ... er eu acho que vai aparecer a imagem da bichinha ... sim vai.

Fábio: e lá tem um furo mesmo.. Olha lá

Pesquisador: Isso mesmo. E então, como vocês esperam ver a imagem dela lá dentro da câmara escura? Vocês acham que a imagem dela vai aparecer do mesmo jeito que está lá em cima?

Andressa: Como?

Anderson: No nosso ... em nosso livro de Física tem um desenho que mostra tem uma máquina fotográfica onde mostra uma lâmpada de cabeça para baixo dentro de uma câmera fotográfica. Só que a lâmpada na frente dela está normal.

Andressa: É mesmo. É verdade hum eu er ... eu também já vi isso de ficar virado. Estranho né? Só não sei porque é desse jeito. Uma vez a fessora disse er ... er.. estranho ... que agente enxerga também assim ... er tudo de cabeça para baixo.

Anna: É isso ... er ... mas, só que ela falou que o nosso cérebro é que corrige a imagem e aí gente enxerga normal.

Fábio: Isso er ... mas ... vamos ... quero ver.

Pesquisador: Vocês querem entrar para ver como é?

Clara: Com er... quero.

Fábio: Muito bom, vamos nessa.



Ilustração 21: Monitor (com a tela na mão) convidando os alunos a entrarem na Câmara Escura.

Fonte: O autor

Os alunos me pareceram muito excitados para entrar, eles empurravam para entrar. Pedi um pouco de calma e assim que se acalmaram, entramos. E chamei atenção do grupo para a projeção da imagem sobre a tela.

Pesquisador: Olhem aqui na tela. Estão vendo? Como é que ficou a imagem?

[todos falam ao mesmo tempo – inaudível]

Pesquisador: Psiu, psiu [pedindo silêncio]

Anna: Nossa, olha, que legal, a centopéia tá de cabeça para baixo. Por quê? [Dando pulinhos de alegria].

Anderson: Oxi ... estou dentro de uma máquina de foto ehehehe. Que legal mesmo. Mas porque que aqui tem que ficar escuro professor? Nossa e é quente também.

Pesquisador: Por que você acha que tem que ficar escuro, pense um pouco e depois me responda. Por que a câmara tem que ser escura, por que?

Bem, vamos lá. Por onde está entrando a imagem da centopéia?

Adriano: Pelo furo.

Pesquisador: Muito bem, dá para ver que vem luz do orifício, ou do furo, como vocês o chamam? E se eu abrir a cortina e começar a entrar luz aqui dentro, o que vai acontecer com a imagem da centopéia?

Fábio: Não vai dá para ver mais, fica tudo muito claro e ... er... a imagem desaparece .. vai te muita claridade ... er não dá para ver mais.

Pesquisador: Por quê? Por que não dará para ver mais a centopéia?

Fábio: A ... er... a luz que vem de fora ... a claridade .. que entrar é como que se ela se se mistura com a luz que forma a centopéia e ... er... a bichinha some ... er.. a luz de fora ... er ... ela desmancha a imagem.

Anderson:: Não, não é assim, eu acho que não. Er ... é porque é a luz de fora da cortina que não vai deixar a gente ver.

Pesquisador: De qualquer forma vocês parecem estar falando a mesma coisa não? Então vocês acham que se entrar luz indesejada – luz pela cortina – luz que não vem da centopéia para dentro da câmara escura a imagem da centopéia some. É isso?

Fábio: É.. vamos ... vamos abre a cortina.

Do diálogo acima se percebe, claramente, que a interação com a exposição conduz os alunos levantarem hipóteses para explicar a necessidade de escuridão no interior da câmara. Eles organizam seus conhecimentos e levantam a hipótese que para se ver a imagem da centopéia há que se ter somente a luz que entra pelo orifício – que são os raios de luz refletidos pela centopéia. E nota-se, também, como demonstra Fábio nessa sua ultima frase, que eles querem testar suas hipóteses. Fábio estava todo animado pedindo que a cortina fosse aberta para deixar entrar a luz. Portanto, resolvi abrir a cortina para deixar a luz entrar.

Pesquisador:: Então vamos ver isso ... er ...vou abrir a cortina e dêem uma olhada no que acontece ... vejamos será que a .. a imagem some?

[O pesquisador abre a cortina]

Clara: Sumiu... não... não... mas ela tá aqui ainda, só que fica difícil de vê. Ela está apagada, bem clarinha ... quase nada.

Anderson: É é isso mesmo, tá tudo misturado ... oxi ... misturou as duas luzes .. er ... só que a gente observa o colorido da centopéia bem aqui... aqui ó [aponta para a imagem indefinida].

Pesquisador: Vou fechar a cortina novamente. Que tal a imagem da centopéia?

Fábio: A gente agora vê bem melhor. A luz que entra de fora só atrapalha, ela não faz a imagem desaparecer. É por isso que tem que ficar escuro aqui dentro.

Anderson: Certo, agora eu entendi porque que não pode abrir a máquina fotográfica. Se entrar luz nela vai deixar tudo borrado.

Antônio: Hum ... quero saber de ... er ... mas como é que é professor que grava as imagens nas fotos?

Pesquisador: Vamos falar da luz. Isso, é isso mesmo, não se pode abrir as máquinas fotográficas sem ter rebobinado o filme. Quando rebobinamos ele entra dentro da bobina que é checada e não entra luz, não bate luz no filme.

É interessante notar que surgem diferentes questões nos diferentes grupos de alunos, é como se as demandas fossem outras. Continuei explicando o efeito da luz entrando dentro da câmara para esse grupo de alunos. Essa questão sobre entrada de luz indesejada não havia surgido no grupo¹. Isso mostra que a exposição pode ser usada de diversas formas para mostrar o comportamento da luz. Ou seja, se discutiu a interferência causada pela entrada da luz indesejada para a exposição. Aproveitei a curiosidade dos alunos para também questioná-los sobre o material usado nos filmes fotográficos, tanto os filmes em preto e branco quanto os coloridos. Essa conversa uma vez mais levou aos alunos a me questionarem sobre as diferenças entre o funcionamento das câmaras analógicas e as digitais. Isso mostra a importância de trabalhar a física de forma contextualizada no que se refere o cotidiano dos alunos. Apesar de termos trabalhado com alunos de escola pública, muitos tem acesso as novas câmaras digitais. Foi observado que até mesmo celulares, com câmaras, muitos dos alunos possuem. Esse cotidiano os leva a se interessar pelo assunto e, assim, interagir e perguntar sobre o material usado para revelação de fotografias e a tecnologia na construção das câmeras fotográficas.

Desses diálogos com os alunos é possível concluir que os alunos demonstraram motivação para aprender como funcionam as máquinas fotográficas, para isso eles precisavam saber como a luz se comporta e como são produzidas as fotografias – aqui se poderia até ter trabalhado um pouco de química.

Quando terminou a discussão sobre o comportamento da luz no interior da câmara e o funcionamento dos filmes, resolvi trabalhar novamente a idéia de colocar um dos alunos do lado de fora da câmara escura para ser projetado no interior da câmara. Para isso foi convidado outro aluno, de outro grupo que havia visitado a câmara, para ficar do lado de fora em frente ao orifício. Chama atenção a vontade que os alunos tinham de se postar fora da câmara, mas, ao mesmo tempo, queriam poder se ver no interior. Por vezes, era muito difícil convencê-los que isso era impossível. A isso eles respondiam que então eu deveria fotografar a imagem deles. Essa era uma grande deixa para perguntar-lhes se a luz da imagem refletida seria suficiente para “sair em uma foto”. A que eles, sem pensar muito, respondiam:

Anderson: Ora é só tirar com flash.

É interessante notar que ao finalizar essa resposta dava a impressão que eles ouviam o próprio argumento e lembravam, de pronto, que a luz do flash funcionaria como luz indesejada e se corrigiam imediatamente.

Anderson: Vixe, que besteira que eu falei ... claro ... que burro ... a luz do flash vai se misturar com a da imagem ... e não se conseguirá ... não vai dar para ver a imagem.

Pesquisador: Isso. É isso mesmo! A luz do flash será uma luz que interferirá com a luz que forma a imagem. Vamos ter interferência. Interferência é o nome científico desse fenômeno.

Bem, mas vamos continuar. Pessoal, vamos deixar esse amigo de vocês fora, de frente a esse orifício lateral.

Vamos entrar para ver. Como acham que a imagem dele vai ficar aqui nesta tela?

Fábio: Hehehehe, olha só. Também de cabeça para baixo.

Antônio: De cabeça para baixo e maior que o normal. O orifício aí é grande. Parece que ele é maior do que o da centopéia.

Anna: Não, não pode. Er... isso não ta certo. Me lembro que a professora disse que se o furo for muito grande ... er... claro .. será que se o furo é muito grande também não acaba entrando muita luz que ... hum hum interfere ... e a imagem fica ruim. Entra luz demais, não? Eu acho que a imagem da pessoa que ta lá fora não vai ficar legal.

Anderson: Será? Eu acho que não tem problema. Acho que vai ficar legal de ver. Professor, destapa, destapa, quero ver a imagem ... destapa o buraco pra gente ver.

Pesquisador: observem bem, vou colocar a tela. O que estão vendo.

- Fábio:* Oh, oh, er...nadinha!
- Anna:* Eu disse, eu disse! Tá vendo! É um negocio esquisito não dá para ver o que é, ta ruim de ver. Não dá para diminuir o buraco?
- Pesquisador:* E se a gente usasse outra técnica para melhorar a imagem?
- Anderson:* Uma daquelas que os pintores usavam? Naquela aula do senhor ... er ... você disse que essa câmera servia para pintar as pessoas, que os pintores a usavam para fazer pinturas. [A aula que o aluno se refere ocorreu no nosso primeiro encontro, quando se discutiu um pouco a história da “Moça com brinco de pérola”]
- Pesquisador:* Isso, isso mesmo, pessoal. Poderíamos usar uma técnica. Mas primeiro me respondam: pessoas que não conseguem enxergar direito, que tem problema visual, o que elas devem usar para verem melhor?
- Antônio:* Isso é fácil ... usar óculos professor. Eu uso óculos e se tirar não consigo enxergar de longe.
- Pesquisador:* Então, o que podemos fazer para melhorar esta imagem, para deixá-la nítida?
- Antônio:* Huhahuha, agora parece óbvio é só colocar um óculos na frente do buraco.

Aproveitou-se a oportunidade para discorrer, com os alunos-visitantes, sobre a descoberta das lentes, para a saúde da sociedade, se discutiu, de forma geral, as utilidades e aplicações das lentes. Com a exposição e esse diálogo, se poderia também, ter discutido o funcionamento de lentes divergentes e convergentes. Isso não foi feito, por opção, pois seria muita informação de uma só vez. Não haveria tempo dos alunos “digerirem” tanta informação.

A discussão em torno da lente continuou. Tirei a lente da bolsa e a entreguei para um aluno. Pedi-lhe que a colocasse em frente ao orifício.

- Pesquisador:* Olhem para essa lente aqui na minha mão. Fábio, por favor, coloque-a na frente do orifício. Agora, vamos ... er.. observem a imagem no anteparo.
- Andressa:* Uauuuu, que legal, olha lá... Vixe é o Murilo de cabeça para baixo.
- Pesquisador:* E esta lente se chama lente convergente. Ela tem a capacidade de “juntar a luz” e, assim, eliminar os borrões que existiam antes na imagem. É igual uma pessoa que precisa usar óculos.
- Fábio:* É muito legal. Mas mas mas ... er ... eu não consigo entender ... porque que tudo que imagem aqui dentro ... Por que ele está de cabeça para baixo, igual a centopéia? Foi a lente que fez isso?

Os diálogos acima mostram, novamente, que a exposição estimula a curiosidade. Os alunos demonstram interesse em saber o motivo de a imagem ficar invertida. É possível concluir que a exposição, ao estimular a curiosidade, motiva a aprendizagem desses alunos.

Pesquisador: *Pessoal, a luz refletida do rosto do colega de vocês lá fora está andando em que direção? Tentem pensar na luz como raios, como um amontoado de riscos.*

Anderson: *Bem ... er... para ... para ... se ter “a foto” dele aqui dentro a luz refletida deve estar indo para o furo?*

Clara: *É mais a luz que sai do rosto dele passa pelo furo e inverteu aonde? Foi a lente?*

Mais um aluno demonstra dúvidas e interesse em saber.

Pesquisador: *Se sairmos. Se formos lá fora, todos irão conseguir ver o rosto do seu colega?*

Anna: *Como assim? Não entendi?*

Pesquisador: *Estando dentro da câmara ou do lado de fora, iremos vê-lo do mesmo jeito?*

Então, a luz refletida do rosto do colega de vocês vai em que direção?

Antônio: *Ora, vai .. vai pra direita, pra esquerda, pra todo lado.*

Anderson: *É igual ao desenho que vi do livro...[pensa por alguns minutos] Aquela que tem um sol mostrando umas setas saindo dele. As setas mostram como a luz anda. Er ... pra todos os lados.*

Pesquisador: *Sim, é isso quando temos uma fonte de luz. Mas como é para a luz que é refletida no colega de vocês. Ou ele é uma fonte de luz?*

[silêncio]

[falam juntos. Inaudível]

Pesquisador: *Vamos entender melhor. Primeiro, não vamos dizer que a luz anda, vamos dizer que ela se propaga. E se propaga em todas as direções quando temos uma fonte luminosa como o sol. Por isso é que todos vocês conseguem me enxergar quando estou lá fora na luz do sol.. Me enxergam porque a luz do sol bate em mim e é refletida por meu corpo até chegar nos olhos de cada um de vocês, mesmo estando em lugares diversos.*

Anna: *Isso a gente entendeu. O que não entendi ... er... Mas como é que a luz que vem lá do Murilo inverteu?*

Antônio: *É mesmo professor, eu também não entendi isso. E mais, o lado direito vai para o esquerdo? Er ...*

Anna: Hum .. Hum, u quê? Direito para esquerdo. Ô veio, do que você tá falando???

Antônio: Eita, tô dizendo .. na verdade to perguntando se ele inverte assim também .. daqui pra cá e daqui para cá, sacou lerda? [mostra excitado com as mãos a inversão da direita para esquerda e da esquerda para a direita].

Pesquisador: Calma, calma pessoal. A luz que incidiu no rosto do colega lá fora vem do sol e então, ela é refletida e se propaga, conforme vocês falaram, em todas as direções. Não é isso?

[aguardando respostas]

Alunos: [falam juntos. Não dá para entender]

Pesquisador: Como é então que vocês acham que a luz refletida do queixo dele vai passar por esse furo se o furo esta acima do seu queixo? E como que a luz refletida da cabeça dele também vai passar pelo orifício se o furo esta abaixo de sua cabeça?

Clara: É ... er .. acho que é como o senhor falou, a luz vai em todas as direções, e a luz que sai do queixo dele vai ter que passar aqui de qualquer jeito.

Pesquisador: E? ... mas como de qualquer jeito? O que é de qualquer jeito, como a luz passa no buraco de qualquer jeito? Não sei ... [fica pensativo].

Fábio: Acho que eu sei. A luz que sai do queixo dele ... para eu ver o queixo dele daqui de dentro pelo furo eu tenho que agachar e olhar para cima, não? Então o pé eu tenho que ficar aqui em cima Hum ... caraca ... é difícil mas ... mas ... dá para entender.

Pesquisador: Isso, vamos lá, continue. Acho que você sabe a resposta.

Fábio: O pé lá fora tá lá em baixo e aparece aqui em cima e a luz que sai da cabeça dele aparece aqui em baixo. É porque a luz só vai passar pelo furo se ela vier um pouco torta.

Pesquisador: Espera aí. Vamos ver se entendi. A luz refletida do queixo dele fez ... fez curva???? Será?

Clara: Não ... não .. acho que não professor, é que se ela viesse reta não dava para passar no furo.

Pesquisador: Pensem no que ele falou [apontando para o Fábio]. Para ver o pé do seu colega daqui de dentro e daqui mais atrás eu tenho que olhar de onde? Daqui de cima, do meio ou daqui em baixo? Pensem, vamos lá!

Anderson: Ah, agora sim. Er ... e ... eh ... então a luz do queixo dele...???? é ...

Pesquisador: A luz refletida do queixo dele??? Vamos ... e então? A luz que vem do queixo dele ... ? [repete esperando que o aluno complete]]

- Andressa:* ela é ... er ... Será que a ... er ... a luz refletida que vem do queixo dele sai [faz com a mão o movimento da luz saindo do queixo e indo em diagonal até o orifício] e passa assim [novamente com a mão mostra saindo do orifício em diagonal] e passa pelo furo e aí ela vai aparecer aqui em cima.
- Pesquisador:* Muito bem, muito bem, é isso! Será que você podia repetir para que todos percebam seu raciocínio, pode ser?
- Fábio:* [Inalável] ... e a luz que sai da cabeça... Não, não... A luz refletida da cabeça dele passa pelo buraco, nessa reta aqui [mostra a diagonal com as mãos], e vai aparecer aqui em baixo. Agora eu entendi. É legal.
- Antônio:* Que massa! Agora sim, eu também entendi.
- Pesquisador:* Então, todos entenderam? Alguém não entendeu? [percebeu-se que alguns alunos ainda não haviam entendido].
- Fábio:* Que legal, acho que entendi.
- Anderson:* Cara ficou fácil, eu também.

O diálogo acima mostra que a exposição auxilia, apóia o levantamento de hipóteses desses alunos. Ao menos, nos pareceu, que a maioria desses alunos, com interatividade da exposição, ficava instigada a entender o que se passava. Em outras, palavras os alunos ficavam motivados a aprender e mais, pode-se até arriscar a dizer que ocorreu algum tipo de aprendizagem.

- Pesquisador:* Então, agora eu gostaria que vocês lembrassem o que conversamos no outro dia sobre as técnicas que, provavelmente pintores como Vermeer usavam. Vocês se lembram desse pintor holandês?
- Fábio:* Aquele do filme da moça do brinco?
- Pesquisador:* Sim, o artista que pintou aquele quadro que vocês viram a releitura. Como falei para vocês na aula, acreditasse que diversos pintores usavam uma câmara como essa para produzir suas obras. Como vocês acham que isso acontecia.

Esse diálogo continua até que Clara levanta a hipótese que o Vermeer poderia ter entrado na câmara e pintado a moça que ficava postada do lado de fora “com muita luz iluminando sua cara para ter uma imagem quase não borrada aqui dentro”. No entanto, Clara ainda se mostrava interessadamente intrigada. Não ela satisfeita continua o diálogo.

- Clara:* Professor ... hum er .. [parece pensar sobre o que vai falar] ... err ... eu acho que ainda tem um problema nessa história de pintar a moça aqui dentro da câmara.

Pesquisador: Problema? Não entendi. Qual o problema? A imagem da moça que o pintor coloca lá fora é refletida na tela e o pintor, dessa forma pode, literalmente, "copiá-la" [faz sinal de aspas com as mãos]. É claro que mesmo assim isso não é uma coisa fácil. Eu mesmo não conseguiria fazer um quadro como aquele copiando. Eu acho muito difícil, mesmo podendo copiar. Então, gente não dá para desmerecer o trabalho dele, ou alguém acha que é capaz de fazer uma pintura daquela com essa técnica da câmara escura? Então, é a isso que você se refere?

Clara: Não, não é isso professor ... hum er .. [faz uma longa pausa] ... err .é é que é que a imagem continua de cabeça para baixo, como ele fazia? Ele pintava de cabeça para baixo?

Professor: Ah, é isso? Bem, acho que não tem problema fazer a copia da modelo de cabeça para baixo. Ou tem? Mas dá para usar outra técnica para virar a imagem. Esse é um desafio que vou deixar com vocês. Vocês vão pensar na solução e vão me responder na próxima aula que ainda vamos ter juntos, ok?

[concordam quase que em de coro]

Esse episódio de interação dialógica entre Clara e professor-pesquisador, mostra, mais uma vez, que Clara está motivada, ela quer saber mais, quer entender a ótica da máquina fotográfica, quer saber a diferença entre o funcionamento de uma máquina fotográfica digital e uma analógica. Vale destacar que Clara fica motivada a querer compreender essa ciência e tecnologia, pois a máquina fotográfica faz parte do seu cotidiano. Se não fosse um instrumento usado em seu cotidiano, talvez ela não ficasse motivada. No entanto, a partir desses episódios pudemos perceber, também, que é necessário que o monitor (ou o professor), que acompanha os alunos durante a visita de uma exposição como essa, saiba conduzir a discussão. O monitor parece ser a chave desse processo de motivação.

Professor: Então, pessoal, viram como é "fácil" [faz sinal de aspas com as mãos] fazer um quadro de uma pessoa que está lá fora? Dê uma olhada aqui na imagem do colega de vocês que está lá fora.

[os alunos olham para a imagem]

Pesquisador: [rindo bastante] ...Então, agora é só pegar um lápis e contornar a imagem e pronto temos o contorno para começar a pintar. Nas mãos daqueles pintores ficava um quadro perfeito. Ficava tão perfeito que costumam chamar as pinturas daquela época de pinturas fotográficas. Alguém quer tentar?

Alunos: [começam a rir, mas ninguém se habilita.]

Pesquisador: Entenderam como a câmara escura era usada pelos pintores? Entenderam como que as pinturas mostravam a idéia de profundidade com tanta perfeição?

- Fábio:* Er ... prof ... professor, deixa eu tentar? Deixa eu desenhar o Murilo professor?
- Pesquisador:* Agora não tem mais tempo. Quem sabe depois que todos visitarem a câmara. Então aí poderemos. Ou quem sabe na próxima aula, pode ser?
- Fábio:* [Com expressão decepcionada] humm.. tanto que eu queria. Professor, por favor, promete que depois eu ..
- Pesquisador:* Tá, você vai ter uma chance de desenhar, pode deixar. E aí, vocês gostaram da exposição?
- Anderson:* Foi muito legal. Eu queria ver de novo.
- Adriano:* Eu também achei dez! Mas professor, onde eu compro uma lente dessas aí? Ela é cara? Porque eu queria tentar fazer uma câmara dessas, para a feira de ciências. Ou ... hehe, senhor num pode emprestar ela não.

Podemos observar, na interação dialógica acima, que a motivação dos alunos é bastante e depende da moderação do professor-pesquisador. Portanto, novamente se vê que o moderador (ou monitor) é muito importante para esse processo.

- Pesquisador:* Emprestar, eu não posso. Mas posso te ajudar a montar. Você precisa saber primeiro o tamanho da câmara que pretende construir.
- Adriano:* Por quê?
- Pesquisador:* Pois a distância do furo até onde vai ser projetada a imagem deve ser dimensionada.
- Fábio:* Ah .. é por isso ... é por isso que quando agente mexe na lente a imagem vai ficando mais e menos borrada cada vez que pomos mais para frente e depois mais para trás. A medida será quando a imagem não tiver borrada?
- Pesquisador:* Sim, sim, é isso, muito bem. Dizemos que então a imagem está focada. Lembrem-se a imagem está no foco.
- Adriano:* Ah é. E como é que agente fica sabendo essa distância professor?
- Pesquisador:* Nas próximas aulas com a professora, vocês irão conhecer como se calcula essa distância que, já vou adiantando, se chama *d-i-s-t-â-n-c-i-a f-o-c-a-l*, distância focal. Essa distância é calculada com ajuda da geometria.
- Fábio:* Sabia que tinha cálculo!! Não podia existir física sem cálculo!
- Adriano:* Ah, Fábio, só que agora vai ser legal. Se quiser dá para pegar um metro e medir aqui mesmo.

Pesquisador: Pessoal, por favor, me digam se vocês tem dúvidas. Duvidas? Quem tem dúvidas?

Andressa: Er ... er ... professor ... será queEu queria entender como é a câmera digital. Ela não tem filme, não se usa filme nela. Er ... então ... como ela funciona? Porque ... professor que tem aquele negócio de pixel? Parece que quando têm mais pixels a câmera é melhor e mais cara.

Pesquisador: A câmera digital ... hum vocês sabem que esse tipo de máquina também possui um orifício. E como você disse essas máquinas, ainda bem, não precisam de filme.

Andressa: E ...?

Pesquisador: Toda a luz que ela entra pela orifício para formar a imagem. Essa luz, ao invés de sensibilizar o filme ela é captada por sensores e é transformada em impulsos elétricos.

Fábio: Como? Pode dizer de novo?

O trecho de diálogo acima mostra, mais uma vez, a motivação dos alunos o interesse dos alunos. Os diálogos evidenciam o interesse demonstrado pelos alunos-visitantes.

Não há dúvidas, a partir do que foi visto nos diálogos acima, que o monitor de uma exposição é extremamente importante para a sua eficácia educativa. O monitor, ou professor, deve saber como motivar os visitantes para eles consigam estabelecer relações entre o que estão vendo na exposição e as informações e concepções que os visitantes trazem para a exposição, de forma que eles possam construir suas próprias explicações.

O mais importante que se notou com a análise dos diálogos dos dois grupos de alunos durante a exposição, que o monitor, ou professor, é a chave para que ocorra a motivação para aprender. É, portanto, necessária uma pessoa que saiba conduzir os diálogos que motivem os alunos-visitantes a aprender.

4.3. Entrevista Pós-Exposição Museológica

Ao término da exposição museológica, os alunos reuniram-se no pátio da escola para uma entrevista que tinha o objetivo de questioná-los sobre a exposição e suas opiniões sobre o que viram.

A maioria dos alunos disseram ter gostado muito da exposição. Dois dos participantes disseram que queriam mais experimentos do mesmo tipo na escola. É importante destacar que, a maioria afirmou que se sentia capaz de realizar uma exposição com a câmera escura e que acreditava ser capaz de agir como monitor da exposição.

Questionados se gostariam de ter outras exposições na escola, eles não tiveram dúvidas em dizer que adorariam. Vários alunos afirmaram que essa primeira participação deles em uma atividade, desse tipo, fora maravilhosa e disseram que, certamente, não esqueceriam a experiência, tão facilmente. Perguntados se acreditavam que no próximo ano ainda seriam capazes de explicar como a luz se propaga no interior da câmara, foram unânimes ao dizer que certamente eles saberiam explicar isso. Dois deles afirmaram que isso eles lembrariam o resto de suas vidas. Um dos alunos participantes afirmou que se todas as aulas fossem assim, eles aprenderiam com maior facilidade.

Questionados se depois que participaram da exposição, gostariam de ter mais aulas sobre óptica, a maioria respondeu que sim. Um, em especial, respondeu:

Adriano: Eu gostaria muito. Er ... na verdade eu queria saber er ... como se calcula a ... a distância focal, que o senhor falou, para fazer uma dessa na feira de ciências".

Finalmente, a partir da análise das observações e dos diálogos acima pode-se afirmar que a interação dos alunos com a exposição, mudou a rotina da escola e dos alunos e que isso também auxilia a motivar os alunos. A mudança na rotina das aulas causou impacto na motivação desses alunos para aprender. Apesar das brincadeiras dos alunos, enquanto eles aguardavam a entrada na câmera, foi notória a curiosidade em conhecê-la, saber como se formavam as imagens em seu interior.

4.3.1 Entrevista com a Professora-colaboradora

Ao término dos trabalhos, tornou-se relevante saber como a professora analisou a importância da atividade para os alunos e como a exposição contribuiu para o desenvolvimento das aulas após a visita dos alunos à exposição. Desse modo, duas aulas após a visita à exposição, foi realizada uma entrevista com a professora-colaboradora da turma. A entrevista contou com quatro questões abertas.

É importante perceber que a professora entende a exposição como uma oportunidade para que os alunos possam ter atividades que substituam a carência do laboratório.

Professora: Foi muito interessante. Experiências como esta, sempre é bem vinda (sic). Nossa escola é muito carente de laboratórios e os alunos cobram um pouco disso da gente. Nós sabemos que quando o aluno vê o experimento e também participa, o aprendizado melhora. O aluno ter conhecido a lente convergente, ter colocado ela em varias posições e observado a imagem se deslocando e de repente sumindo, é muito bom, as aulas ficam mais fáceis de explicá-las e eles de compreenderem (sic).

Outro ponto, que vale destacar, é que a professora acredita que uma exposição desse tipo desperta a motivação dos alunos para aprender ciências.

Professora: O que falta para esses jovens gostar mais de física, acho que é a motivação. A exposição da câmera escura fez isso, não vou dizer que todos ficaram motivados, mas, pude observar que na aula depois da visita, a maioria dos alunos me encheram de pergunta (sic) sobre óptica, os meninos principalmente. Eles queriam que eu explicasse a formação de imagens e outros modelos de lentes, as usadas em lunetas e microscópios. Queriam também que eu já explicasse sobre o conteúdo que aborda a distância focal das lentes, para saber onde se formariam as imagens.

Pesquisador: Então a senhora acha que, se os alunos pudessem visitar exposições museológica, a motivação deles em aprender Física seria satisfatória?

Professor: Claro que sim. A experiência da câmera mostrou isso lá na sala de aula. Se fossem possíveis essas visitas a museus de ciências, com certeza nossos alunos viriam para as salas de aula mais motivados em querer entender os fenômenos da natureza. Além disso, os experimentos que estão relacionados com fenômenos que eles ainda não viram, servirão como conhecimentos prévios em aulas posteriores, e isso contribui para que nossas aulas fiquem mais ricas durante nossas discussões.

A entrevista com a professora, apesar de rápida, mostra o interesse que ela tem na parceria. Ela acredita que uma exposição possa motivar os alunos, pelo menos, a gostarem mais de física.

4.4. Resultados das Análises

Todos os alunos, sem exceção, dos dois grupos de alunos que foram observados durante a visita declararam ter apreciado suas experiências durante a visita. Eles também afirmaram terem gostado do entretenimento que a exposição lhes ofereceu. Perguntas feitas a esses alunos durante a entrevista e após a visita a

exposição, geraram resposta que revelavam grande interesse pelo que fora apresentado na exposição. Como se viu na análise acima descrita, por vezes, os alunos, quando perguntados durante a exposição, devolviam respostas com teorias e hipóteses complexas para justificar alguns dos fenômenos óticos por eles observados.

A professora-colaboradora é de opinião que exposições museológicas como essas, são muito úteis para apoiar o ensino de física, pois instigam a curiosidade dos alunos, leva os alunos a fazerem perguntas, a quererem respostas.

Os resultados das análises corroboram com a visão de Gaspar (1993) que aponta os museus, instituições consideradas como espaços de educação informal, locais de grande potencial para motivar a aprendizagem. Ele considera que os museus não têm as limitações que existem na maioria das instituições de ensino formal. Museus têm condições materiais bem mais favoráveis que as escolas, por possuírem, em geral, uma grande variedade de recursos materiais educativos disponíveis e trabalhados e apresentados de forma atraente.

Em relação à motivação, a pesquisa condiz com a visão de Moraes e Varela (2007) que alertam que os alunos devem ser conscientizados pelos professores a respeito dos objetivos e das intenções das tarefas escolares, pois, os alunos nem sempre percebem o valor dessas atividades escolares. E muitas vezes, não conseguem compreender a relação existente entre a aprendizagem e uma aspiração de valor para a sua vida. É o não entender dessas relações que faz com que os alunos não se envolvam com trabalho. O professor deve possibilitar ao aluno vivenciar e incentivar sua participação nas aulas.

Bem como a visão de Boruchovitch e Bzuneck (2001) ao abordarem que a motivação é um fator psicológico que levam a uma escolha e fazem iniciar um comportamento direcionado a um objetivo. Assim sendo, as atividades desenvolvidas pelo aluno dependem da motivação, portanto, os alunos devem executar atividade de natureza cognitiva, que incluem atenção e concentração, processamento, elaboração e integração da informação e raciocínio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de se tecer quaisquer comentários sobre o trabalho é necessário lembrar as preocupações que nos levaram a propor esse estudo. Partiu-se do desejo de facilitar a aprendizagem de ciências na escola. Queríamos, em particular, promover a motivação para a aprendizagem de física. Com esse objetivo, e inspirados no trabalho de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), sobre Ciência e Arte, planejamos e construímos a exposição da câmara escura, para aprendizagem de ótica geométrica, para ser levada a uma escola do Distrito Federal, onde contávamos com uma professora-colaboradora para ajudar-nos a realizar esse trabalho. Essa exposição se constituiu, portanto, no produto pedagógico, exigido, como uma parte das atividades, para obtenção do título de Mestre em Educação. Outra exigência é a redação dessa dissertação, que aqui está sendo realizada. No entanto, não satisfeitos em ter apenas esse produto didático – a exposição da câmara escura - resolvemos realizar uma pequena pesquisa. Queríamos saber o impacto que a exposição teria para a motivação dos alunos-visitantes aprenderem ótica geométrica e assim, planejamos e construímos uma investigação para examinar isso. Assim, construímos nossa pergunta de pesquisa:

Qual é o impacto de uma exposição museológica – de ótica - na motivação para aprendizagem de ótica dos alunos que a visitam?

As leituras iniciais para responder a essa questão foram voltadas, então, para o estudo de trabalhos sobre aprendizagem X motivação e exposição museológica X motivação. Foi preciso, portanto, estudar artigos teóricos abordando o que é motivação para aprender, mas nos preocupamos também em achar trabalhos que tratassem de motivação e aprendizagem em espaços não-formais de educação, especificamente motivação para aprendizagem gerada por exposições museológicas. Afinal, mesmo não sendo um museu, tínhamos uma exposição que iria para a escola, em apoio ao ensino formal.

Nossos estudos mostraram-nos alguns obstáculos a serem enfrentados: não existem estudos conclusivos que mostrem a ocorrência de aprendizagem em decorrência de visitas a exposições museológicas. Focamos nossos estudos

diversos artigos sobre aprendizagem não-formal, em especial os trabalhos de Gaspar (1993) e Falk e Dierking (1997) que afirmam que as exposições museológicas têm grande potencial para motivar a aprendizagem. Esses autores nos levaram a acreditar que a exposição da câmara escura poderia propiciar motivação para a aprendizagem da ótica dos alunos de uma turma do Ensino Médio de uma escola do Distrito Federal.

No entanto, cabe ressaltar que esses autores vão mais longe, defendendo que exposições museológicas assistem a aprendizagem. Eles asseguram que os contextos físicos das exposições, em conjunto com a mediação e a troca de experiências entre os visitantes, provocam aprendizagem. Falk e Dierking (1997) lembram ainda que aprender sempre envolve algum dado de emoção e sentimento e as exposições, quando bem planejadas, são contextos propícios para gerar emoções que acabam por desaguar em aprendizagem. Diante desses argumentos passamos a acreditar que uma exposição bem planejada poderia surtir um efeito até maior do que a motivação para aprender, e com isso poderia assegurar a aprendizagem propriamente dita, embora, como já mencionado haja controvérsia a respeito da ocorrência de aprendizagem em museus. Portanto, resolveu-se observar pelo menos o impacto dessa exposição, sobre a motivação para aprender.

Respondendo a Questão de Pesquisa

Quanto à definição dos objetivos de promover motivação para aprender, iniciamos um trabalho de rearranjo dos pontos descritos na literatura. Nossas leituras nos disseram que a motivação para aprender seria dependente do contexto, pois toda aprendizagem é contextual. É impossível falar sobre aprendizagem sem se fazer referência a algum lugar e situação. Portanto, o contexto para motivar os alunos para aprendizagem de ótica estava posto. A exposição, inspirada como já mencionamos no trabalho de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), centrou-se nas maravilhosas telas com as pinturas de Jan Vermeer e no uso que esse pintor, provavelmente, fazia de técnicas de ótica para produção de seus quadros.

A partir da análise dos dados entendemos que a motivação dos alunos-visitantes para aprender ótica, foi o resultado da interação entre: (1) suas

experiências individuais; (2) o contexto físico da exposição; (3) o contexto social durante a visita; (4) o contexto da mediação; e (4) o conteúdo da exposição.

(1) Contexto Pessoal do Aluno-Visitante

Quanto à característica da experiência individual dos visitantes a uma exposição, compreendíamos que cada um dos alunos que visitou a exposição trazia para a visita uma experiência só dele, única. Cada aluno que visita a exposição trazem consigo experiência, conhecimento, interesses, preocupações e até mesmo já trazem algum tipo de motivação. Sabíamos que essas experiências moldam o comportamento e as impressões que o visitante acaba apresentando sobre a exposição. No entanto, por falta de tempo, resolvemos não nos deter nas experiências individuais trazidas pelos alunos para a exposição. Cabe aqui lembrar que se sugere para pesquisas futuras um exame mais aprofundando dessa característica – o contexto pessoal do visitante. Com um exame desses, certamente se poderá entender como ela influencia para a motivação e conseqüente aprendizagem. Poderá se estudar, por exemplo, como e de que forma o conhecimento prévio dos visitantes facilita ou dificulta a motivação para aprender.

(2) Contexto Físico da Exposição da Câmara Escura

Quando se olha para a característica do **contexto físico** da exposição da câmara escura que foi construída no pátio de uma escola e não em um museu, alguns pontos precisam ser discutidos. No museu o visitante entra em um prédio, onde não costuma entrar todos os dias, pode ser, inclusive, que nunca tenha entrado antes. Assim, o visitante acaba experimentando uma forte interação com o prédio, propriamente dito, com sua arquitetura e com seu arranjo espacial. Em nosso caso, não havia esse tipo de novidade para os alunos, tudo aconteceu dentro da própria escola que era um prédio conhecido, com o qual os alunos já estavam habituados. Claro que os alunos interagem com o prédio da escola e que ele lhes modifica o comportamento, mas isso é um usual. Isso acontecia antes mesmo da exposição ser montada no pátio da escola. Em suma, o prédio da escola já estava incorporado naqueles alunos e esse não causaria impacto no comportamento que os alunos costumam ter quando se encontram na escola. Portanto, a característica do

contexto físico, que poderia entusiasmar de forma nova os alunos, nesse caso, fica restrita, quase que exclusivamente, ao contexto físico da exposição propriamente dita. Faziam parte do contexto físico da exposição o arranjo, o desenho e a arquitetura da câmara escura, ou a disposição dos objetos ao redor e no interior da câmara como, por exemplo, o quadro “Moça com Brinco de Pérola”, ou ainda os vários pôsteres dispostos ao redor como, por exemplo, os esquemas de propagação da luz e funcionamento da máquina fotográfica. Todos esses elementos, certamente, tiveram influência significativa sobre os alunos-visitantes e era isso que se desejava para motivá-los a aprender sobre ótica. No entanto, não examinamos de perto como cada um desses elementos impactava na motivação dos alunos para aprender. Nessa pesquisa, nós nos detivemos a examinar o impacto da exposição como um todo, na motivação para aprender dos visitantes, e não nos elementos em separado.

Sabemos que a exposição “apareceu” no pátio da escola de forma repentina, como que uma intrusa naquele ambiente. Esse, sempre é um artifício de surpresa, mas, por outro lado, também gera receio. Curiosos, muitos alunos, durante a montagem da exposição, queriam saber do que se tratava aquela caixa sendo montada no pátio. Eles se mostravam muito interessados por aquela novidade, estavam visivelmente preocupados em saber o que era e a qual a serventia daquela novidade para suas vidas na escola. Afinal, a escola, que é deles, não poderia ter um objeto com o qual poderiam não concordar. Naquele momento, nós, intrusos, estávamos fornecendo um cenário imprevisível. Eles precisavam saber, portanto, o mais rápido possível, se “aquele componente estranho”, iria trazer ou não benefícios a eles. Por essas manifestações, portanto, se percebeu que os alunos da escola estavam, ao mesmo tempo, curiosos e visivelmente contrariados, pois, como qualquer um de nós, eles também não gostavam de situações inesperadas e o futuro da escola com “aquela coisa” no pátio, lhes parecia imprevisível. Pelas reações observadas, eles realmente não sabiam o que esperar “daquilo”. Seria aquele objeto para o bem deles ou será que ali estava uma novidade que veio para atrapalhar o bom andamento da vida deles na escola? Portanto, pode-se concluir que a novidade que mudava o contexto físico da escola teve influência sobre a motivação para aprender desses alunos.

Como discutido, as características contextuais locais que estavam envolvidas nesse processo, dentro da escola, acabam sendo bem diferentes das que se apresentam dentro de um museu. Ou seja, as visitas à exposição na escola apresentaram situações e experiências bem diferentes das que, em geral, se apresentam em um museu. Enquanto que em um museu os visitantes, em geral, decidem livremente se querem ou não entrar, nesse caso a escolha não partiu deles. Eles foram, digamos, “obrigados” a visitar a exposição, que por ser na escola, para aquela turma, passou a fazer parte das atividades escolares. Em outras palavras, como a exposição não era visitada por livre escolha dos alunos, não se pode considerá-la como uma atividade de educação não-formal, mas essa atividade de visitação passou a ser de educação formal. Essa diferença é crucial, pois, como discutido na fundamentação teórica, a situação escolar já não é mais o que na literatura é chamado de “aprendizagem de livre escolha” (Falk e Dierking, 1997). A aprendizagem de livre escolha é pessoalmente motivada. Na aprendizagem de livre escolha o aprendiz escolhe o que aprender, onde e quando. O que não foi o caso dos alunos que participaram da pesquisa.

(3) Contexto Social da Visita à Exposição

O contexto social da visita dos alunos à Câmara Escura é uma das características da interação visitante-exposição que foi observada mais de perto para essa pesquisa. Como vimos na análise dos dados, as visitas à exposição eram realizadas em grupos (examinamos dois grupos visitando a exposição), portanto durante essas visitas, além de ocorrer contato dos alunos com o professor-pesquisador, ocorria um forte contato entre os alunos.

Apesar de a exposição ter sido montada dentro da escola, a situação era nova para os alunos. A literatura mostra que, em situações de novidade, a presença de colegas é um conforto para os visitantes. Isso ficou evidente na análise dos nossos dados, que mostraram que durante a visita, os alunos, durante suas intervenções orais, acabavam se “associando” uns com os outros. As observações mostraram que as essas interações associativas, entre os alunos, ajudavam a diminuir as suas ansiedades. Portanto, pode-se afirmar que as influências exercidas entre colegas foram muito importantes para o processo de motivação para aprender,

pois intensificavam as discussões. Era visível que esses debates provocavam prazer nos alunos, que acabavam ficando ansiosos por adquirir novas informações, que pudessem subsidiar suas intervenções e, assim, debater mais informadamente com os colegas e o professor-pesquisador.

Dessas observações podemos afirmar que a interação entre alunos é determinante para a motivação para aprender. Essa conclusão, de fato, não é uma surpresa. Vimos em nossa fundamentação teórica que Vygotsky propõe que a aprendizagem é um fenômeno social, inserido em um contexto, estabelecido no processo de interação, numa relação dialética. Foi exatamente isso que observamos durante a visita dos alunos à exposição.

Chamamos atenção, no entanto, que as exposições precisam ser planejadas de forma a levar os visitantes a interagirem entre eles, para que se possa ter o desenvolvimento em potencial transformado em desenvolvimento real (Zona de Desenvolvimento Proximal). Os dados dessa pesquisa mostraram que ocorreram diversas interações entre dois ou mais alunos e, em muitos casos, um deles demonstrava ter capacidade de solucionar o problema da imagem invertida, por exemplo, mas que lhe faltava “algum detalhe” para resolver o enigma, até que, com a ajuda de outro, acabava entendendo a inversão da imagem. Conseqüentemente, as interações entre pares foram determinantes para as discussões e, talvez, para muitas das aprendizagens que ocorreram, pois se obteve, com essa pesquisa, evidência que a discussão cooperativa fortalece a aprendizagem. Essa pesquisa vem, portanto, corroborar as idéias de Gaspar (1993) que entende que as interações entre os colegas devem ser muito incentivadas, durante as visitas às exposições. Portanto, sugere-se aqui, da mesma forma que esse autor, que a ZDP deve ser foco para quem planeja as exposições museológicas.

(4) O Contexto da Mediação

Cabe lembrar que todo o trabalho de visitação foi mediado pelo pesquisador, que aqui vos escreve e que também é professor. A idéia de se ter exposições desse tipo em escolas para potencializar o ensino de ciências, precisa levar em conta o papel do professor. Como nossos dados mostraram o papel do mediador, nesse

caso o professor-pesquisador foi determinante. Então cabe pontuar que o papel que o professor terá nesse tipo de trabalho, torna-se mais uma vez, crucial durante a visita, quer seja na própria escola, quer seja a um museu, ou similar. É por através das questões colocadas pelo professor-pesquisador, durante a visita, que as discussões dos alunos fluíram e, assim, eles ficaram motivados e foram construindo e estruturando o conhecimento sobre ótica geométrica. Sendo assim, torna-se importante que o professor, que levar seus alunos para visitarem uma exposição, tenha consciência do movimento progressivo da construção das idéias dos alunos. Ele ou ela deve ter, também, consciência da importância da interação entre os alunos, pois podem existir diversas zonas de desenvolvimento proximal entre os alunos de uma mesma turma. O professor deve estar ciente que para que as perguntas que ele faz durante a visita não sejam aleatórias, mas devem respeitar o momento de construção dos alunos. Finalmente, o professor deve lembrar que ele não deve responder perguntas, mas fazer perguntas e que a cada pergunta dos alunos ele ou ela deve responder com outra pergunta. Cada aluno, como observado, a sua maneira foi capaz de organizar as informações, levantar hipóteses e testá-las na medida do possível. É esse tipo de atitude que o professor deve, portanto, fomentar durante a visita a uma exposição.

(5) Conteúdo da Exposição

Cabe destacar que o conteúdo da exposição é, também, mais um fator que influencia a motivação. Por exemplo, se uma exposição apresenta um conteúdo que não faz ligações com o cotidiano dos visitantes, acreditamos que essa será uma exposição que, certamente, não provocará motivação. Já uma exposição, mesmo que tenha um conteúdo bastante distante da experiência e conhecimento dos visitantes, mas que é iniciada com informações e conhecimentos do cotidiano dos visitantes e assim conecte esses com o conteúdo que parece distante do dia-a-dia do visitante, esta exposição provavelmente terá um sucesso maior na tarefa de gerar aprendizagem no visitante.

A partir das interações com os dois grupos de alunos, principalmente com o segundo grupo, se pode concluir que, para essa exposição em particular, não foram somente a situação de mundo-real e o contexto relevante, fornecidos pela

exposição, que assistiram os alunos na aquisição de conceitos como, por exemplo, reflexão da luz, mas as expectativas que os alunos tinham tiveram profunda influência nessa aquisição. Os alunos antes de visitarem a exposição foram informados sobre técnicas de ótica que seriam importantes na produção de uma pintura. Isso gerou uma expectativa que, nos parece, influenciou as interações durante a visita. Em outras palavras, exposições museológicas precisam ser altamente contextualizadas para serem efetivas.

Como visto anteriormente, a exposição da câmara escura foi contextualizada a partir das idéias de que pintores famosos usavam técnicas de ótica para realizarem suas obras.

Reflexões Finais

Acreditamos que essa pesquisa, apesar de modesta, pode trazer uma boa contribuição para a área de Ensino de Ciências que esteja relacionada com a proposição de novas experiências didáticas para a sala de aula e, mesmo, para o ensino não-formal de ciências.

Após a análise dos dados, percebemos que a atividade de visitação a uma exposição científica, montada na escola, possibilita aos alunos-visitantes experiências de ensino-aprendizagem bem diferentes daquelas tradicionalmente privilegiadas nas salas de aula. Esse é um dado importante para aqueles que se preocupam com o ensino de ciências. Já é bastante sabido que a chance de aprendizagem é bastante aumentada quando se fornece aos alunos experiências diferenciadas de ensino-aprendizagem.

A literatura mostra que a apresentação dos objetos e fenômenos de forma contextualizada e o princípio da interatividade favorecem as relações entre o visitante e o objeto de aquisição, cognitiva e social (Falk e Dierking, 1997). Esse favorecimento foi exatamente o que se notou a partir das observações e entrevistas com os alunos-visitantes. A exposição, por ser contextualizada, contribuiu para o envolvimento dos alunos com os fenômenos óticos apresentados e assim contribuiu para o entusiasmo e motivação dos alunos para compreenderem os fenômenos óticos tratados na exposição.

Deve-se aqui chamar atenção que a visita à exposição da câmara escura, nessa escola, foi profundamente estruturada: a visita foi precedida de uma discussão em sala de aula; os alunos foram guiados pelo professor-pesquisador; a mediação foi intensa; dava-se tempo para que os alunos interagissem entre eles; e houve uma discussão para sistematização após a visita, em sala de aula. Já se sabia, da literatura (Falk e Dierking, 1997) que visitas profundamente estruturadas, como essa, resultam em maior aprendizagem cognitiva. Por um lado, a partir da análise dos nossos dados não pudemos dizer que tivemos evidência de que os alunos-visitantes tivessem tido um aprendizado sólido. Por outro, pode-se dizer, com certeza, que a exposição contribuiu para a motivação para aprender desses alunos. Conclui-se, assim, que a experiência de se levar exposições para serem instaladas no pátio da escola pode ser uma das formas de diversificar o processo de ensino-aprendizagem que ocorre nas escolas.

Essa análise do impacto de uma exposição museológica, levada para uma escola, para a motivação para aprender nos leva a ponderar sobre os pensamentos de Olga Pombo, que defende a biblioteca e o museu como a “almas” da escola. Na visão da autora (POMBO, 2006), a escola acaba por se isolar do resto do mundo, enquanto espaço delimitado no bairro, território determinado por uma fronteira física mais ou menos permanente, com um tempo próprio das suas aulas e intervalos, do período de aulas e de férias.

Esse nosso trabalho nos leva a acreditar, como Olga Pombo, que é necessário abrir a escola para o mundo. Para isso é imprescindível acabar com as fronteiras físicas da escola, levar os alunos para fora das escolas para visitar parques, praças, museus, zoológicos, e outros locais. É preciso também abrir a escola para a entrada do mundo que é deixado fora dela.

Essa autora lembra que os objetos de ensino se localizam fora da escola. E exemplifica:

O professor de Geografia, por exemplo, utiliza mapas, cartas, planisférios, essas diversas formas de re-presentação e a-presentação do planeta Terra, formas de aproximação a algo de longínquo e intangível - a Terra (a pele da Terra). O professor de Biologia socorre-se de fotografias, cromos, slides, esquemas, diagramas, ilustrações, por vezes mesmo de um pequeno museu, uma vitrina de conchas, estrelas do mar e pequenos animais embalsamados. Essa é a sua forma de aceder àquilo que, muito para lá da

sala de aula, seria o conjunto dos seres vivos, seu verdadeiro objeto de estudo. Nas aulas de História, o professor utiliza documentos, túmulos, estátuas, ruínas, moedas, espadas, restos de toda a espécie para tentar aproximar-se de algo irrecuperável. Professores de Física ou de Química remetem para um mundo de experiências que eles não podem realizar na aula senão, ilustrativamente.

Essas reflexões, sobre a imagem de museu como “alma da escola” trouxeram à tona a possibilidade de levar o museu para dentro da escola, através de uma exposição itinerante de uma câmara escura. Pombo (2006) defende a idéia que “a escola tem necessidade da ilustração imagética, seja ela metafórica seja ela um objeto concreto para exemplificar” (s/n). Assim, defendemos aqui uma parceria museu-escola como a que foi realizada, mesmo que com apenas uma exposição, pode-se levar essas ilustrações para dentro da escola ordenando-as pela vontade didática. O que se pode oferecer ao aluno é o contacto direto (material, físico) com as representações das coisas, dos fenômenos. No entanto, cabe ressaltar que a parceria que se sugere precisa ser uma mão de duas vias. Não basta o museu, do alto de seu pedestal levar uma exposição para a escola ou a escola ir visitar o museu. A escola também precisa ser ouvida sobre o que quer fazer e como o acha melhor. Em outras palavras, o museu vai à escola e ouve a escola, a escola vai ao museu e ouve o museu. Sugerimos aqui que os professores também se interessem por conhecer o que o museu pode oferecer antes de levar seus alunos para o museu. O papel do professor na mediação para motivar a aprendizagem, como foi visto acima, é crucial. Portanto, ele deve preparar a visita com muita antecedência.

Os aspectos levantados por esse estudo apontam para a importância da valorização e preservação dos museus de ciências para divulgação e construção de conhecimentos científicos. Esse trabalho, de uma forma ou outra mostra que a parceria museu-escola pode contribuir para a melhoria do ensino de forma geral, quer seja ele de ciências, geografia, história ou arte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAGLI, Sarita. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 396-404, set./dez. 1996.
- ALMEIDA, Adriana Mortara. Desafios da relação museu-escola. **Comunicação & Educação**, São Paulo, 10, p.50-56, 1997.
- AMARAL, Eduardo Lúcio.G. Reflexões sobre o papel educativo dos museus. Revista. Humanidades, Fortaleza, v. 18, n. 1, p. 9-16, jan./jun. 2003. disponível em: <http://www.unifor.br/notitia/file/1529.pdf>. Acesso em: 23 de set de 2006.
- ANDERSON, D. An analysis of the importance of informal and formal science learning contexts to each other: An overview perspective. **Proceedings of the Learning Science in Informal Contexts Conference, Questacon, Canberra, ACT, Austrália**, 1998.
- BERGAMINI, Cecília Whitaker. **Desenvolvimento de recursos humanos: uma estratégia de desenvolvimento organizacional**. São Paulo: Atlas, 1980.
- BIAGGIO, Ângela M. Brasil. **Psicologia do desenvolvimento**. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.
- BIANCONI, M. Lucia; CARUSO, Francisco. Educação não-formal. **Ciencia & Cultura**, Oct./Dec. 2005, v.57, n. 4, p.20.
- BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo (Org.). **A motivação do aluno: contribuição da psicologia contemporânea**. 3. ed. São Paulo: Vozes, 2001.
- BORUN, M., Massey, C., & LUTTER, T. **Naive knowledge and the design of science museum exhibits**, **Curator**, v. 36, p. 209-219, 1993.
- BOTELHO, A. & MORAIS, A. M. (2003). **O que fazem os alunos num Centro de Ciência – uma análise das interações com módulos científicos participativos**. Revista Portuguesa de Educação, 16 (1), 157-192.
- BROUGÈRE, Gilles. A criança e a cultura lúdica. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira, 2002.
- BRUNER, Jerome. **O Processo da Educação**. São Paulo: Nacional, 1972, p. 13-30.
- BRUNER, Jerome. **Uma Nova Teoria da Aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch, 1976, p. 65-75.
- BUENO, Wilson da C. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência & Cultura**, v. 37, n.9, p.1420-1427, 1985.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação no ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CANDOTTI, E. Ciência na Educação Popular. In: MASSARANI, L; MOREIRA, I.C.M; BRITO, F. **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

CARNEIRO, Moacir Alves. **LDB Fácil: leitura crítico-compreensiva artigo a artigo**. 8. ed. Editora Vozes: Petrópolis, 2002.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As Faces da Física**: volume único. São Paulo: Moderna, 2002.

CARUSO, Francisco.; CARVALHO, Mirian & FREITAS, Maria Cristina. **Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos**. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2002. Disponível em: <<http://www.biblioteca.cbpf.br/pub/apub/2002/cs/cszip/cs00802.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2007.

CASTRO, Cláudio de Moura. **Educação brasileira**: consertos e remendos. Rio de Janeiro: Rocco, 1994.

CAZELLI, S. **Alfabetização científica e os museus interativos de ciência**. Rio de Janeiro, 1992. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC-Rio de Janeiro.

CAZELLI, S. Divulgação Científica em espaços não formais. In: **Anais do XXIV Congresso da Sociedade de Zoológico do Brasil**, p. 10-11, Belo Horizonte, 2000.

CAZELLI, S.; MARANDINO, M.; E STUDART, D. (2003) Educação e comunicação nos museus de ciência: aspectos históricos, pesquisas e prática. In: GOUVÊA, G.; Marandino, M. e LEAL, M.C. (Org) **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência**. cap. 4. Rio de Janeiro: ACESS FAPERJ, 2003, p. 83 - 06.

CAZELLI, S.; QUEIROZ, G.; ALVES, D.; FALCÃO, D. VALENTE, M.; GOUVÊA, G.; COLINVAUX, D. Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos**. São Paulo: Brasil, Set. 1999.

Colégio São Francisco, 2006. Disponível em: <<http://www.colegiosaofrancisco.com.br>>. Acesso em: 28 de abr. de 2008.

COLELLO, S.M.G. **Alfabetização e letramento**: repensando o ensino da língua escrita. Porto/Portugal, Detur, v.9, p. 43-52, 2004.

COLINVAUX, D. Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. **História, ciências, saúde**: manguinhos, v. 12 (suplemento), p. 79-91, 2005.

CONTIER, Djana, F.; NAVAS, Ana. M.; MARANDINO, Martha. Qual a participação? um enfoque CTS sobre os modelos de comunicação pública da ciência nos museus de ciência e tecnologia. **X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe** (RED POP - UNESCO) y IV Taller "Ciencia, Comunicación y Sociedad" San José, Costa Rica, 9 al 11 de mayo, 2007.

COSTANTIN, A, C.C **Museus interativos de ciências**: espaços complementares de educação? Venezuela: Asociación Interciencia Caracas,. v. 26, n. 5. p.195-200, 2001.

COUTINHO-Silva, Robson; PERSECHINI, Pedro Muanis; MASUDA, Masako; KURTENBACH, Eleonora. Interação museu de ciências: universidade, contribuição para o ensino não formal de ciências. **Ciência & Cultura**, v.57, n.4, p.24-25, out./nov. 2005.

CRESTANA S; CASTRO M.G; PEREIRA G.R.M. **Centros e museus de ciência, visões e experiências**: as atuais vitrinas do mundo da difusão científica. Editora Saraiva, São Paulo. p.21-25, 1998.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Y. (Eds.). **Handbook of Qualitative Research**. Newbury Park: Sage, 1994.

DIAS, C. A. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Revista Informação & Sociedade**: estudos, João Pessoa, v. 10, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.informacaoesociedade.ufpb.br/1020006.htm>>. Acesso em 25 de jan. de 2007.

DOLL, William E. Jr. **Currículo**: uma perspectiva pós-moderna. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

DUARTE, Róber. C.B. **Módulo de ensino de mecânica newtoniana com uso de abordagem CTS – Histórica**. 2006. Dissertação de mestrado – UNB, Programa de pós graduação em ensino de ciências, Brasília, 2006.

EDUARDA, M. V. M.S. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: rumo a "novas" dimensões epistemológicas, **CTS: Revista Iberoamericana de Ciência, tecnologia y sociedad**, ISSN 1668-0030, v. 2, n. 6, 2005, p. 137-157.

ENNES, Elisa Guimarães. **A narrativa na exposição museológica**. Programa de Pós-Graduação em Design. PUCRJ, 2003. Disponível em: <<http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/imago/site/narrativa/ensaios/elisa.pdf>>. Acesso em: 12 Jul. 2008.

FALK, J.H., & DIERKING, L.D. **School field trips**: assessing their long-term impact. *Curator*, 40(3), p. 211-218, 1997.

FALK; J.H. DIERKING, L.D. **Learning from museums**: visitor experiences and the making of meaning. New York: Altamira Press, 2000.

FARIA, Anália Rodrigues de. **O desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget**. 3. ed. São Paulo: Ática,1995.

FEHER, E. **Interactive museum exhibits as tools for learning**: Exploring with light. *International Journal of Science Education*, cap.12(1), p. 35-49, 1997.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra,1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987

FURTER, Pierre. **Educação e vida**. 10. ed. Petrópolis. Vozes, 1966.

FURTH, Hans G.; WACHS, Harry. **Piaget na prática escolar**: a criatividade no currículo integral. São Paulo: Ibrasa, 1979.

GADOTTI, M. The Issue of Formal/Non-Formal Education. Institut International des Droits de l'Enfant (IDE) Seminar: **Right to Education: Solution to all Problems or Problem without Solution?** Sion, Suisse 2005. Disponível em: <http://www.paulofreire.org/Moacir_Gadotti/Artigos/Portugues/Educacao_Popular_e_EJA/Educacao_formal_ao_formal_2005.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2007.

GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico.** 1993, 118 f. Teses (Doutorado) – USP, Faculdade de Educação, São Paulo, 1993.

GASPAR, A. O Ensino informal de ciências e sua viabilidade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.2, p.157-163, ago.1992.

GASPAR, A. **Os grandes mestres da pintura colavam?** Atualidades científicas. Disponível em: <http://www.aticaeducacional.com.br/htdocs/secoes/atual_cie.aspx?cod=743>. Acesso em: 25 abr. 2008.

GILBERT, J. K., & Priest, M. Models and discourse: a primary school science class visit to a museum. **Science Education**, v. 81, p. 749-762, 1997.

GOHN, N.G. **Educação não-formal e cultura política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor.** São Paulo: Cortez, 1999.

GOUVÊA, Guaracira ; LEAL, M. C. . Uma Visão Comparada do Ensino em Ciências, Tecnologia e Sociedade na Escola e em um Museu de Ciências. **Ciência e Educação**, Bauru - SP, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2001.

Guba, F.G., & Lincoln, Y.S. **Fourth generation evaluation.** Newbury Park: Sage Publications, Inc., 1989.

HABERMAS, Jürgen. **O discurso filosófico da modernidade.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HAMBURGUER; E.W. MATOS, C. (Org.) **O desafio de ensinar ciências no século XXI.** São Paulo: Edusp, 2000.

HEIN, G.E. The constructivist museum. **Journal of Education in Museums**, n. 16, p. 21-23, 1995.

HOCKNEY, D. O. **Conhecimento Secreto.** São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

HOFSTEIN, A., & ROSENFELD, S. **Bridging the gap between formal and informal science learning.** **Studies in Science Education**, n. 28, p. 87-112, 1996.

JULIÃO, G. S. **O show de física: diálogos científicos,** 2004. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências – Modalidade física)- Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KNÜPPE, L. Motivação e desmotivação: desafio para as professoras. **Educar**, n. 27, p. 277-290, 2006. Curitiba: Editora UFPR. 277 p.

KÖPTCKE, L.S. Análise da parceria museu-escola como experiência social e espaço de afirmação do sujeito. In: GOUVEA, G.; MARANDINO, M; LEAL, M.C. **Educação e**

museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência. Rio de Janeiro: Access, 2003.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004. 88 p.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Edusp, 1987. Cap. 1 e 2, p. 05-41.

LA TAILLE, Yves; OLIVEIRA, Marta Kohl; DANTAS, Heloisa. **Piaget, Vygotsky, Waldon:** teorias genéticas em discussão. São Paulo: Summus, 1992.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** São Paulo: Cortez, 1999, p. 78 – 88.

LOPES, Josiane. A final o que é construtivismo? Revista nova Escola. Edição nº 139- janeiro/fevereiro 2001. Redação nova escola.

LUCAS, A.M., McMANUS, P., & THOMAS, G. Investigating learning from informal sources: listening to conversations and observing play in science museums. **European Journal of Science Education**, cap. 8(4), p. 341-352, 1986.

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

MAITLAND, Lain. **Como Motivar pessoas**. São Paulo. Nobel, 2000.

MARA, S. M. A perspectiva da complexidade na compreensão da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Ciências Naturais. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 75 – mensal – Ano VII – agosto, 2007.

MARANDINO, M. **Da transposição didática a recontextualização:** sobre a transformação do discurso científico na elaboração de exposições de museus. 2004. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/25/posteres/marthamarandinop04.rtf>> Acesso em: 28 jun. 2008.

MARANDINO, Martha. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n.1: p.85-100, abr. 2001.

MASSARANI, L.; TURNEY, J.; MOREIRA, I.C. **Terra Incógnita:** a interface entre ciência e Público. Vieira & Lent Casa Editorial: Rio de Janeiro, 2005

MASSARANI, Luisa. **A divulgação científica no Rio de Janeiro:** algumas reflexões sobre a década de 20. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: ECO/UFRJ, 1998.

MIURA, J. **A Interatividade na divulgação das Ciências**. 2007. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Mba Gestão da Comunicação nas Organizações) - Universidade Católica de Brasília.

MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do Aluno Durante o Processo de Ensino-Aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**. Ano I, n. 01, ago. / dez. 2007. Disponível em: <<http://web.unifil.br/docs/revistaeletronica/educacao/Artigo06.pdf>> Acesso em: 9 set. 2008.

MOREIRA, I. C. & MASSARANI, L. (2002). Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. & BRITO, F. (2002). In: **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Série Terra Incógnita. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ, 2002. p. 44-64.

NASCIMENTO, T.; SOUZA, S. A produção sobre divulgação científica em eventos de ensino de ciências: vislumbrando tendências. **Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Em Ciências. Atas do V ENPEC** – n. 5. 2005 - ISSN 1809-5100.

OKA, C.; ROERTO, Afonso. Origens do processo fotográfico. In: **A câmara escura: o princípio da fotografia**. 2002. Disponível em: <<http://www.cotianet.com.br/photo/>>. Acesso em :18 abr. 2008.

POMBO, Olga. **Museu e biblioteca: a alma da escola**. 2006. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/cadernos/museubib/index.htm>>. Acesso em: 29 out. 2008.

OLIVEIRA, Sergio Godinho. **A nova educação e você**. Belo Horizonte:Autêntica, 2003.

ORTENSI, Mauricio Luiz. **A história da fotografia**. Disponível em: <<http://www.ortensi.com/foto/histfot1.php>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

PARO, Vitor Henrique. Por que os professores reprovam: resultados preliminares de uma pesquisa. **Ensaio: avaliação e políticas públicas**, v. 8, n. 28, p. 273-282, 2000.

PERRY, D. L. Profound learning: Stories from museums. **Educational Technology**, v. 42, n. 2, p. 21-25, 2002.

PERSECHINI, Pedro & CAVALCANTI, Cecília. Popularização da Ciência no Brasil. **Jornal da Ciência da SBPC**, n. 535, 2004.

PIAGET, Jean. **O julgamento moral na criança**. São Paulo: Mestre Jou, 1977. p. 11-94.

PILETTI, Nelson. **História da educação no Brasil**. 7 ed. São Paulo. Ática, 2000.

PINHEIRO, N.; SILVEIRA; R., BAZZO, A. W. Ciência, tecnologia e sociedade a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PISA (2001) - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – **Relatório Nacional Brasília**, dez, 2001 - Disponível em: <<http://www.pisa.oecd.org/document/2/0/html>>. Acesso em: 23 maio 2007.

PORTO, F.S; ZIMMERMANN, E. Exposições museológicas de ciência para motivar aprendizado. In: **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, 2007, Florianópolis. VI ENPEC, 2007. v. 1. p. 264-264.

QUEIROZ, G. R. P. C.; LIMA, M.C. B., SANTIAGO, R. Ciência, Arte e filosofia. IN: Chamada interdisciplinar 58^a Reunião anual da sociedade brasileira para o progresso da ciência (SBPC), 2006,. **Caderno de Resumos 58^a Reunião Anual da SBPC**. Florianópolis: SBPC, 2006.

RAPPAPORT, Clara Regina; FIORI, Wagner da Rocha; DAVIS, Claudia. **Psicologia do desenvolvimento: teorias do desenvolvimento, conceitos fundamentais**. v. 4. São Paulo: EPU, 1982.

RIBEIRO, Maria Emília Castro. **Os museus e centros de ciência como ambientes de aprendizagem**. Minho, 2005. Dissertação de Mestrado do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2005.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa: guias para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de casos**. São Paulo: Atlas, 1999.

SAAD, F.D., **Centros de ciências: as atuais vitrinas do mundo da difusão científica**. In: CRESTANA, Silvério; CASTRO, Miriam Goldman de; PEREIRA, Gilson R. de M. (Org.) **Centros e Museu de Ciência, Visões e experiências**. São Paulo: Saraiva, p.21-25, 1998.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36 set./dez. 2007.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos de abordagem C.T.S. (ciência - tecnologia - sociedade) no contexto da educação brasileira. – **Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v.2, n.2, p. 1-23, dez. 2002.

SCHUCH, Eny Maria Moraes; AXT, Margarete; TAROUCO; Liane M. R. Aprendizagem Interativa no Espaço Tridimensional em Artes Visuais, **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, Curitiba, 1999.

SEMPER, R. J. **Science Museums as Environments for Learning**. *Physics Today*, v. 43, n. 11, p. 50-56, nov. 1990.

SILVA, Elifas Levi da. **Aspectos motivacionais em operação nas aulas de física do ensino médio, nas escolas estaduais de São Paulo**. 2004. Dissertação de mestrado, Faculdade de Educação da USP, 2004.

SMITH, M.K. **Non Formal Education**. Disponível em: <<http://www.infed.org/biblio/b-nonfor.htm#idea>, 2001>. Acesso em: 22 maio 2008.

SOUSA, G. G. **A divulgação científica para crianças: o caso da ciência hoje das crianças**. Rio de Janeiro. 2000. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

STUCHI, A. M.; FERREIRA, N. C. Análise de uma exposição científica e proposta de intervenção. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Junho 2003, v.25, n.2, p.207-217.

TELES, Maria Luiza Silveira. **Uma introdução à psicologia da educação**. Petrópolis: Vozes, 1983.

TOLMASQUIM, A. T. **O distanciamento do mundo na construção do saber moderno:** diagnóstico de uma crise em comunicação. Rio de Janeiro. 1993. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993.

TORRE, J.C. A apresentação: a motivação para a aprendizagem In: TAPIA, J.A.; FITA, E.C. **A motivação em sala de aula:** o que é, como se faz. 4. ed. São Paulo: Loyola, 1999. p. 7-10

TRIGO, Thales. **Equipamento fotográfico:** teoria e prática. São Paulo: SENAC: 1998. 2. Ed..

VIEIRA, Elaine; SANTOS, Mônica Bertoni. Uso de jogos no museu de ciências e tecnologia da pucrs. Apresentação de trabalhos. **VI Encontro sobre investigação na escola.** Rio Grande do Sul: setembro de 2006.

VOGT, C. & POLINO, C. **Percepção pública da ciência:** resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Campinas: Unicamp, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996, p. 103-157.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo, SP: Martins Fontes, 2003, p. 111-150.

WAGENSBERG, J. The “total” museum, a tool for a social change. **História, Ciências, Saúde, Manguinhos**, v. 12, Supl. 1-22 p, Rio de Janeiro, 2005.

WELLINGTON, J.J. **Formal and informal learning in science:** the role of the interactive science centres. *Physics Education*, 25, p. 247-252, 1990.

WERNECK, Hamilton. **Se você finge que ensina, eu finjo que aprendo.** 6. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1992.

ZIMMERMANN, E.; MAMEDE, M. A. **Novas direções para o letramento científico:** pensando o museu de ciência e tecnologia da universidade de Brasília. In: Anais da IX Reunião de la Red - Pop, 2005, Rio de Janeiro., 2005. v. 1. p. 23-38.

ZIMMERMANN, Erika. The interplay of pedagogical and science related issues in physics teachers' classroom activities. 1997. Unpublished PhD thesis. University of Reading, Reading-UK.

APÊNDICE

Manual de montagem da Câmara escura (Produto Educacional)

Aqui consta o material utilizado e os processos de montagem da Câmara Escura. Portanto, segue detalhadamente cada passo da montagem e como deverá ser utilizada.

Material necessário:

Discriminação	Quant	Justificativa
Lentes delgadas, convergentes	02	Lente para as imagens ficarem mais nítidas
Estrutura metálica	05 Barras	Esta estrutura deixará a câmara escura com maior resistência física
Chapa de compensado (19mm)	01 Peça	Piso da câmara escura
Chapa de compensado (10mm)	05 Peças	Paredes da câmara escura
Tinta preto fosco	02 L	Para fazer acabamento e servirá também como forma de escurecer internamente a câmara.
Tinta especial para madeira	02 L	Acabamento externo
Massa para madeira	04 Kg	Preparar a madeira para receber a tinta

As lentes convergentes podem ser adquiridas em qualquer loja que comercialize lupas, iguais às usadas em escritórios ou laboratórios de ciências. Seu diâmetro deverá ser maior que 10cm. Quanto à estrutura metálica, esta deverá ser de aço, feita a partir de cantoneira de 1,5mm de espessura (figura 1). Para a construção da estrutura, recomenda-se um profissional que trabalhe como serralheiro.

Às paredes da Câmara aconselha-se usar chapas de madeira em MDF por ser mais resistente. Para a fixação das paredes na estrutura metálica deverá usar 12 parafusos passantes com rosca e porca de 6mm em cada lado. Isto é necessário para evitar desgastes da madeira nos processos de montagem e desmontagem. O

furo lateral e superior da câmara pode ser feito com um serra-copos de $\frac{1}{2}$ polegada. Sendo o furo lateral com altura de 1,5m em relação ao solo. Já o furo do teto, centralizado. O piso pode ser apenas encaixado na estrutura, sem necessidade de parafusá-lo. Para a confecção da parte frontal (portais) pode ser usado um compensado mais fino, com espessura de 5mm. O material usado, durante a exposição, para a fabricação da cortina era de courvim, podendo, também, ser usado qualquer outro tipo de material, desde que seja opaco.

Vale lembrar o uso de tinta preto fosco para o acabamento interno, pois, o interior da câmara deverá ficar completamente escuro.

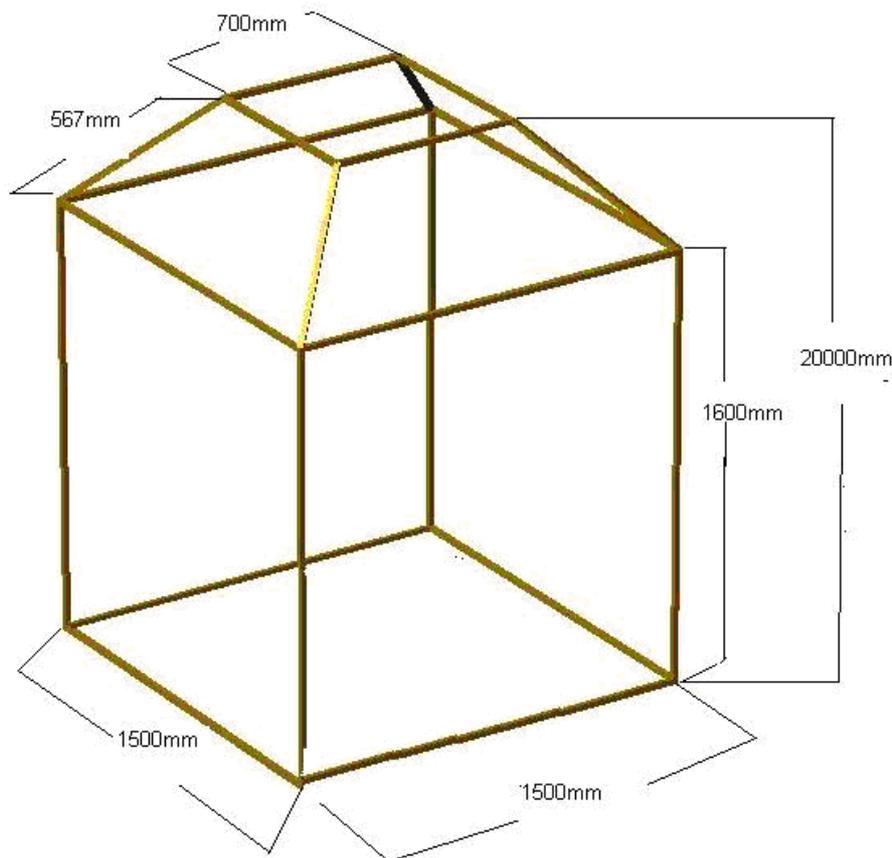


Figura 1. Estrutura em aço.

A parte superior da câmara (tampo) é planejada de forma independente (figura 2). Por ser uma peça pequena e leve, achamos que não haveria necessidade de desmontagem de suas partes. Sua estrutura também é de metal e suas paredes em MDF. Assim, basta montá-la apenas uma vez. É importante lembrar que durante

a montagem de toda a Câmara, o tampo será o último componente a ser parafusado.

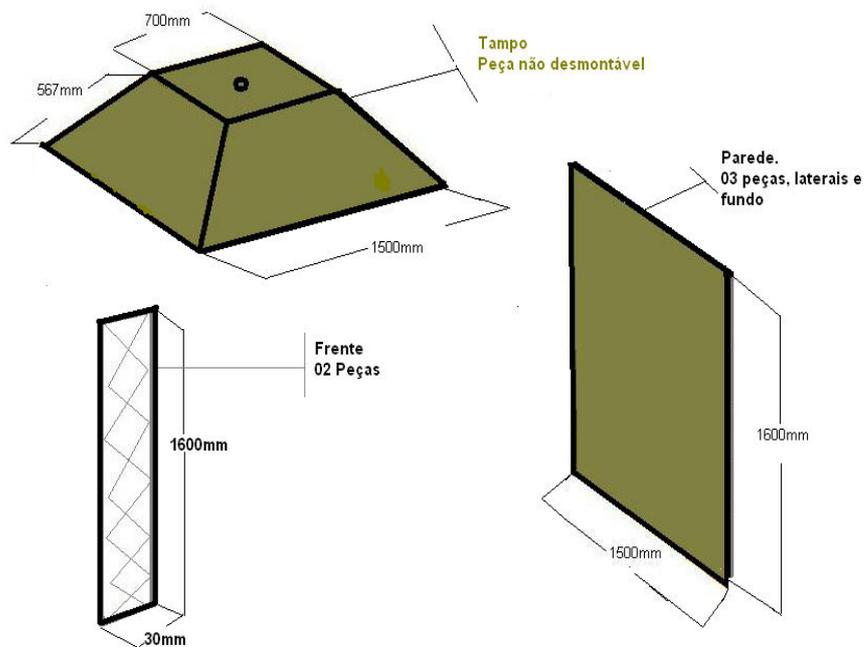


Figura 2. Partes desmontáveis da Câmara Escura

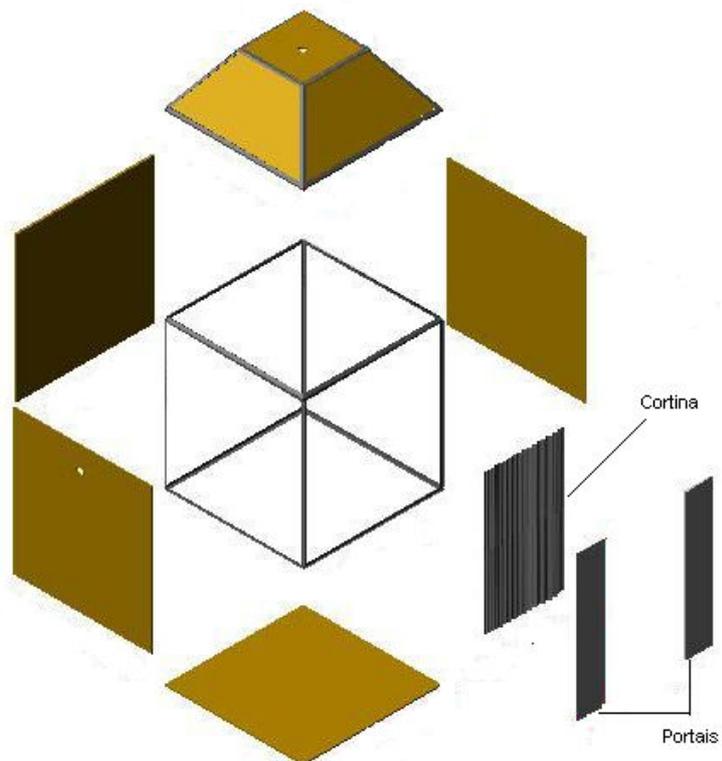


Figura 3. Vista explodida da Câmara Escura.

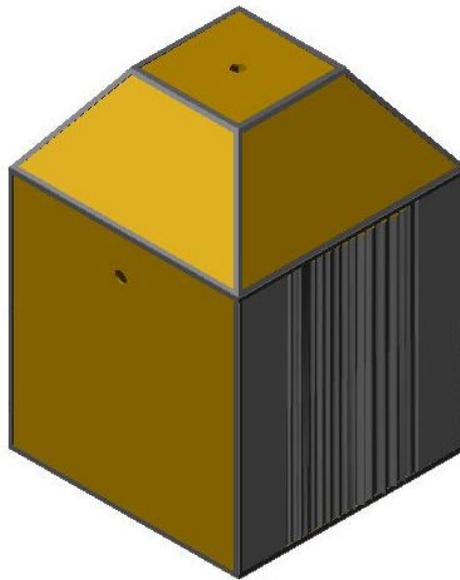


Figura 4. Câmara Escura montada.

Caso queira usar algum objeto na parte superior da Câmara, será necessário a utilização de um suporte de sustentação para o mesmo. Sendo assim, é preciso que o objeto esteja iluminado através de um refletor com lâmpada halógena de 300W/220V. E, quando for produzir a imagem de alguma pessoa, que se encontra do lado de fora, em frente ao orifício lateral, esta pessoa deverá estar iluminada, ou por luz natural ou pelo refletor. Em caso de usar a Câmara durante o dia, recomenda-se fazer sua exposição sob a luz do sol, pois a imagem ficará bem mais definida.



Figura 5. Centopéia de pelúcia presa em suporte e iluminada com refletor



Figura 6. Estudante em frente ao orifício lateral da Câmara Escura.