
EXPOSIÇÕES MUSEOLÓGICAS PARA APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM ESPAÇOS FORMAIS DE EDUCAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO⁺⁺¹

Franco de Salles Porto

Escola SENAI

Taguatinga – DF

Erika Zimmermann

Faculdade de Educação – UNB

Brasília – DF

Ângela Maria Hartmann

Faculdade Juscelino Kubitscheck

Taguatinga – DF

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar as interações que acontecem quando se usa uma atividade não-formal de educação científica (uma exposição museológica) em espaço formal de educação (em uma escola). A partir de uma parceria museu-escola, levou-se uma exposição sobre óptica para uma escola pública do Distrito Federal, com o propósito de observar e descrever as reações de alunos de Ensino Médio ao visitá-la. Baseada nos trabalhos de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), a exposição objetivava mostrar como grandes mestres da pintura faziam uso de princípios da óptica geométrica para criar suas telas. O ponto alto da exposição é a visita a uma imensa câmara escura com um pequeno orifício em um dos seus lados que permite a passagem da luz vinda de um objeto externo e a projeção da sua imagem em uma tela no interior da câmara. Durante a pesquisa de natureza qualitativa, observou-se e

⁺ Museum Exhibition for Physics Learning in Formal Educational Environment: a case study.

^{*} Recebido: abril de 2009.
Aceito: outubro de 2009.

¹ Pesquisa realizada com recursos do CNPq.

registrou-se a participação dos alunos em três momentos: antes, durante e após a visita à exposição montada no pátio da escola. Os resultados do estudo mostram que o uso de atividades de educação não-formal em espaços de educação formal tem influência positiva para o processo de ensino-aprendizagem. Atividades desse tipo aguçam a curiosidade dos estudantes, contribuindo para tornar atrativa a aprendizagem de ciências na educação formal. Elas têm como característica a contextualização do conteúdo, ou seja, destacam o contexto em que o conhecimento científico é empregado, tornando-o inteligível aos alunos. A exposição se mostrou eficaz em promover a participação e o envolvimento dos alunos. Portanto, concluiu-se que a utilização de uma exposição museológica, em ambiente de educação formal, favorece a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem de ciências, promovendo o interesse e o desenvolvimento cultural dos alunos participantes.

Palavras-chave: *Educação científica; Educação formal; Espaço não-formal de Educação; exposição museológica; ensino de Física; aprendizagem de ótica.*

Abstract

This research has focused on non-formal Science education activities employed during formal education. A Science exhibit about optics was built and taken to the school, a formal educational environment. The actions of a group of High Schools students visiting the exhibition were observed and analyzed. The exhibit, among labels and posters and paintings, has an obscure camera with a small hole in one of its sides, so that the light, coming from one outside object, was projected in a screen inside the camera. The exhibit aimed to show how the great painters used the Geometric Optics principles to create their paintings. The exhibition was based on the work of Queiroz, Barbosa-Lima and Santiago (2006). A qualitative research approach was used to understand whether the exhibition could motivate students to learn Science. To do so we planned three moments of data collection; before, during and after the students' visit to the exhibit placed in the school hall. The students' interactions that occur before and during their visit to the exhibit were observed and video-taped. The third moment of observation happened back in the classroom, with the Science teacher. The results show that such activities

can sharpen students' scientific curiosity, thus contributing to improve the process of Science learning. Exhibition, as this, has the characteristic of contextualizing Science content by showing how such knowledge is employed. The exhibit has enhanced students' participation and involvement. Thus, this research work suggests that the use of non-formal education activities such museum exhibits may improve students' interest in Science.

Keywords: *Museum; Science; obscure camera; Non-formal Education; Formal Education; Optics.*

I. Introdução

O crescente desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem levado a sociedade a profundas transformações nas relações e nos modos de vida, colocando os cidadãos frente a novos desafios, para os quais nem sempre se sentem preparados. É, portanto, incontestável que ciência e tecnologia (C&T) deixaram de ser um assunto de e para cientistas para dizer respeito à sociedade como um todo.

Para compreender o quanto a C&T tem influenciado nosso modo de viver, é preciso ter algumas informações e entender o seu desenvolvimento histórico da ciência e tecnologia, que culminou em uma organização social e econômica sofisticada tecnologicamente, mas que leva a problemas socioambientais por resolver. Para que um cidadão tenha esse tipo de compreensão, defende-se que ele deva ser letrado cientificamente, entendendo o letramento científico como o uso efetivo das informações e dos conhecimentos científicos e tecnológicos no plano social cotidiano (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005), consideramos que a falta dele é, justamente, o que tem impedido cidadãos comuns de tomar decisões conscientes no seu dia-a-dia (CARUSO, 2003). Não se está defendendo a compreensão de temas científicos e tecnológicos em profundidade, mas o suficiente para tomar decisões conscientes em situações que exijam o posicionamento e a participação do cidadão não envolvido direta ou profissionalmente com C&T. Nesse sentido, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) são claras ao observar que um dos grandes objetivos do ensino de ciências é a compreensão por parte dos alunos da “predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política” (p. 47).

É durante a escolaridade obrigatória que as bases para o letramento científico devem ser construídas. Ou seja, é durante esse período de escolarização que

o cidadão deveria adquirir o conhecimento que lhe permitisse compreender as situações do seu cotidiano e tomar decisões conscientes. No entanto, a escola não tem conseguido dar conta desse desafio. É bem verdade que a escola não tem como dar conta dessa tarefa de uma maneira definitiva porque o conhecimento avança mais rapidamente do que a capacidade de atualização do conhecimento que se tem. De qualquer maneira, os alunos, de um modo geral, têm adquirido um amontoado de fatos descontextualizados e informações fragmentadas, não sendo capazes de usá-los para a tomada de decisões simples (OECD, 2005; PISA, 2006). Os currículos, as metodologias e os processos de ensino-aprendizagem de ciências, empregados no espaço escolar formal, têm apenas alfabetizado cientificamente os estudantes, sem, no entanto, letrá-los, de tal forma que tenham uma compreensão contextualizada e não fragmentada de C&T. Como lembra Chassot (2003):

Quantas classificações botânicas, quantas famílias zoológicas cujos nomes ainda perambulam em nossas memórias como cadáveres insepultos, quantas configurações eletrônicas de elementos químicos, quantas fórmulas de física sabidas por um tempo – até o dia de uma prova – e depois desejadamente esquecidas (p. 22).

Para Chassot (2003), os conhecimentos dos alunos que terminam o Ensino Médio, na maioria dos casos, se limitam a conceitos decorados e ao uso mecânico de fórmulas memorizadas para resolver exercícios sem sentido. Esse tipo de conhecimento, fragmentado e descontextualizado, não leva ao letramento científico.

Nesse contexto, os espaços de educação não-formal podem desempenhar um papel educativo importante, pois podem complementar as atividades e o aprendizado escolar, despertando o interesse por temas científicos e tecnológicos da população em geral. Os espaços de educação não-formal têm condições de alcançar tanto as crianças e os jovens que frequentam a escola, como os jovens e adultos que se encontram fora do sistema escolar. Parte-se, pois, do pressuposto de que exposições museológicas geram estímulos nos visitantes, levando-os a se interessar por assuntos de C&T (WELLINGTON, 1990). Além disso, quando as exposições são articuladas em torno de grandes temas, elas permitem abordar com naturalidade não apenas conceitos e fenômenos ligados às ciências naturais, mas também questões focadas pelas artes e as ciências sociais e humanas, como se verá neste trabalho.

Gaspar (1993) aponta que os museus têm grande potencial para motivar a aprendizagem. Segundo o autor, uma das grandes vantagens desses espaços, em relação ao espaço escolar, é que neles não há pressões de avaliação normalmente

exercidas na educação formal. Além disso, 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, de estímulo à curiosidade dos indivíduos, por possuírem, em geral, uma grande variedade de recursos educativos trabalhados e apresentados de forma atraente para o público. Contudo, nem sempre as escolas conseguem se organizar de forma a levar os estudantes a visitarem esses ambientes. Esse fato faz com que se trabalhe com a hipótese de que levar exposições itinerantes, como a elaborada para esta pesquisa, contribua para tornar mais interessante as aulas das ciências nas escolas. De acordo com 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).

Tendo em vista ainda que a compreensão pública da ciência não é tarefa apenas da educação formal, defende-se que a apresentação de exposições itinerantes de ciência em escolas pode estimular alunos da Educação Básica a aprender C&T. Acredita-se que exposições museológicas, levadas às escolas, conforme demandas e planejamentos feitos pelos próprios professores, podem auxiliar os processos de ensino e aprendizagem, levando os alunos a se interessar e se apropriar de forma mais efetiva do conhecimento científico e tecnológico.

Como uma exposição é uma ferramenta educativa, objetiva-se saber seu impacto no interesse em aprender dos alunos que a visitam. É necessário ressaltar que, na literatura pertinente, não foram encontradas pesquisas que analisam a motivação para aprender gerada por visitas a exposições museológicas de ciências.

Refletindo sobre como construir um complemento para o aprendizado escolar e buscando inspiração em exposições existentes em museus de ciência, decidiu-se organizar uma exposição museológica que pudesse ser levada para uma escola e, dessa forma, permitir o estudo da motivação dos estudantes em aprender temas relacionados à C&T. Estudos sobre uso de atividades de educação não-formal, como as que acontecem em museus, em suas mais diversas formas, serviram de apoio para a elaboração do presente trabalho (HOOPER-GREENHILL, 1999; 2007; FRIEDMAN, 1996; DIERKING; MARTIN, 1997; FALK, 2001; FALK; DIERKING; FOUTZ; 2007; HEIN, 1998; HOFSTEIN; ROSENFELD, 1996; STOCKLMAYER; GILBERT, 2002; STOCKLMAYER, 2005, MINTZ, 2005; LORD, 2007).

II. Referencial teórico

Alguns autores sugerem que aprender, ou não, é uma decisão do aluno (CACHAPUZ et al, 2005). Essa decisão, em princípio, parece não ser influenciada pela ação pedagógica. No entanto, mesmo que a decisão de aprender seja do aluno, trabalhamos com a hipótese de que, dependendo do estímulo que lhe for oferecido, ele pode ser levado a querer aprender questões relacionadas à C&T.

II.1 Motivação e aprendizagem

Programas de televisão, rádio, jornais, internet, zoológicos, hortos botânicos e museus são considerados importantes fontes de motivação para aprendizagem (ZIMMERMANN; PORTO, 2007). No entanto, como defendem Zimmermann e Mamede (2005), tais ambientes e ferramentas vão muito além de motivar a aprendizagem, contribuindo para o letramento científico e tecnológico, não só de estudantes, mas da sociedade como um todo.

Desde o final do século XIX, a motivação humana tem sido alvo de estudos, que se tornaram importantes devido ao tratamento multidisciplinar dado a temas com aplicação em diversas áreas da atividade humana. Estudiosos de psicologia, pedagogia, filosofia, administração, *marketing*, estratégia militar, ciências sociais e políticas, economia e de muitas outras áreas 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 as ações realizadas. Tarefas realizadas com maior nível de motivação podem ter resultados diferentes em relação à qualidade, eficiência, velocidade, memorização, persistência, ao esforço, empenho e à dedicação (BERGAMINI, 1980; MAITLAND, 2000; BIAGGIO, 2000). Nos processos de ensino e aprendizagem não é diferente, uma vez que o fator *motivação* é inerente ao ser humano, em qualquer atividade que ele exerça ou se submeta, fazendo parte de sua própria essência enquanto *ser*. No entanto, assim como o professor pode estimular, ele também pode inibir e até mesmo reprimir a motivação em seus alunos, não investindo nela ou não a considerando importante para o processo de aprendizagem (TELES, 1983).

A interação é um fator de motivação para a aprendizagem. É a interatividade que estimula a atividade intelectual, constituindo a mola propulsora das ações dos alunos (SCHUCH; AXT; TAROUÇO, 1999). Uma atividade é dita

interativa quando ela é compartilhada, quando ocorrem trocas e influências recíprocas ou quando acontece uma experiência ativa 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. Nesse sentido, o interesse se fundamenta no aspecto afetivo, ou seja, na motivação, pois é por meio do interesse que eles escolhem as atividades que querem realizar (MAITLAND, 2000).

A interatividade está presente em jogos, esportes, brinquedos, exposições, fantasias, experiências e explorações. Segundo Barker (1994) a interatividade é um mecanismo fundamental para a aprendizagem, além disso, ajuda a desenvolver tanto as habilidades cognitivas como as físicas. Momentos interativos apresentam geralmente características comuns, como sua potencialidade de entreter o participante de forma intensa num clima de entusiasmo, criando uma atmosfera que geralmente induz ao comportamento espontâneo e criativo. A existência de interação social, incitação à exploração, à descoberta ao novo e o sentimento de autoconfiança e autonomia promovem momentos altamente estimulantes para a aprendizagem (PIAGET, 1977; VYGOTSKY, 1996; FARIA, 1995; BROUGÈRE, 2002; FREIRE, 1996).

Partindo do princípio construtivista, Boruchovitch e Bzuneck (2001) afirmam que a motivação é um fator psicológico que conduz a uma escolha e inicia um comportamento direcionado a um objetivo. Os efeitos da motivação do aluno envolvem tarefas pertinentes ao processo de ensino-aprendizagem e implicam envolvimento e aplicação em esforços para aprender. O educador deve facilitar o acesso ao conhecimento dos 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, portanto, andam juntas.

Entretanto, criar um ambiente no qual os alunos possam sentir-se constantemente motivados não é tarefa fácil. Verifica-se que tem sido uma tarefa árdua para a escola desenvolver ferramentas para levar a grande maioria dos estudantes a desejar aprender ciências. Como então motivá-los a se interessarem por ciência? Que ferramentas podem auxiliar a motivar os alunos a aprender ciência? Como pode a escola fazer esse trabalho? A resposta a essas perguntas é, sem dúvida, um dos grandes desafios para quem ensina ciências no século XXI. Não há resposta definitiva para elas, no entanto, já existem alguns recursos que se mostram eficazes, dentre esses a divulgação científica, que surge como uma das alternativas para a melhoria do ensino (RIBEIRO, 2007).

II.2 Educação formal, não-formal e informal

Apesar do risco de estar dizendo o óbvio, vale lembrar que a aprendizagem não ocorre somente na escola, podendo acontecer em diversos momentos e em qualquer contexto. No entanto, até os anos 1980 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 frequente. Para este trabalho, considerou-se importante fazer uma distinção entre educação formal, não-formal e informal. O motivo para buscar essas definições é a falta de clareza sobre o tipo de educação empregada em um museu de ciências. Os museus de ciências fazem parte de um sistema educativo que acontece fora da escola, porém, vale lembrar que esta pesquisa aconteceu dentro do ambiente escolar, ou seja, o museu foi à escola.

Para Gohn (1999), assim como para a maioria dos autores europeus e norte-americanos, a educação não-formal e a informal são sinônimas, pois as duas modalidades de ensino acontecem fora do ambiente escolar. Gohn (1999) diferencia ensino formal dos outros dois tipos, como todo aquele que acontece dentro da escola. Portanto, para a autora, as definições de ensino formal, não-formal e informal estão sujeitas ao espaço escolar institucionalizado: a escola.

Para Libâneo (1999), contudo, a educação deve ser considerada sob duas modalidades diferenciadas pela intencionalidade. Usando a classificação desse autor, pode-se 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 consequências educativas. O processo de socialização, por exemplo, em grande parte se dá através das influências não intencionais da educação informal.

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 nem 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. Para eles, a educação não-formal não ocorre acidentalmente, mas advém de quaisquer tentativas educacionais organizadas e sistematizadas, em geral, realizadas fora do sistema formal de ensino (BIANCONI; CARUSO, 2005).

Cazelli (2000) afirma que, quando se consideram os diferentes tipos de ambiente em que elas podem ser desenvolvidas, existe clara diferença entre edu-

cação não-formal e informal. 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. Já a educação informal resulta de um aprendizado que ocorre em ambientes de convívio social da família, dos amigos, da igreja, do lar, dos vizinhos, etc.

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 (p. 23).

Trilla e Ghanem (ARANTES, 2008) defendem uma maior coordenação entre a educação formal e a educação não-formal, mas admitem que a organização do tempo e espaço escolar dificulta uma maior colaboração e interação entre essas duas formas de educação. Para os autores, deveria existir um *continuum* entre a educação formal, não-formal e informal uma vez que as três formas de educação, “mesmo que nem sempre estejam ligadas orgânica ou explicitamente, estão funcionalmente relacionadas” (ARANTES, 2008, p. 46).

Encontramos, portanto, dificuldades em achar consenso no que se refere aos conceitos de educação não-formal e informal. Sendo assim, usamos a expressão educação não-formal quando nos referimos a exposições museológicas, considerando que elas possuem um formato estruturado e intencional de apresentar o conteúdo, sem, no entanto, serem orientadas por normas rígidas de acompanhamento e monitoramento daqueles que as visitam ou participam em suas atividades.

II.3 Exposições museológicas e aprendizagem

Do ponto de vista tradicional, “aprender” é sinônimo de “absorver” conhecimento (HEIN, 2007). Dentro desse paradigma, o processo educacional é planejado para encorajar a aquisição de conhecimento e permitir a transferência de conhecimento do professor (conhecedor) para o estudante (ignorante). Assim, espera-se que o professor enfatize as informações e os fatos a serem aprendidos. Com esse ponto de vista, escolas são vistas como lugares de “estudos sérios”, ambientes que são mantidos isolados do mundo cotidiano (HOOPER-GREENHILL, 2007).

Pesquisadores de Ensino de Ciências têm mostrado que essa visão de ensino e aprendizagem é contraproducente e, portanto, têm insistido: (1) na necessidade de metodologias centradas nos alunos e (2) que o aprendizado ocorre não só nos ambientes formais de educação, mas em muitos outros locais. Para que o aluno aprenda é de fundamental importância sua participação através de interação com os colegas, o professor e os objetos de aprendizagem (HEIN, 1998). Além de provocar mudanças nas salas de aula, essas novas ideias de aprendizagem acabaram por provocar mudanças nos programas educativos dos museus. O museu britânico, por exemplo, passou a não mais usar a expressão *educação museal*, substituindo-a por *aprendizagem museal* (HOOPER-GREENHILL, 2007). Museus passaram a apostar na possibilidade de que seus visitantes aprendessem a partir da interação desses com as exposições e, assim, têm investido em compatibilizar entretenimento e educação. Cumprir bem esses dois papéis, contudo, não é fácil e os museus vêm enfrentando desafios, pois muitos ainda acreditam que aprendizagem não combina com diversão, podendo apenas ocorrer em “lugares sérios”. Não há dúvidas que os museus, justamente por serem instituições pluralistas, abertas a públicos diversos, têm dificuldades para cumprir equilibradamente esses dois papéis, que muitos consideram antagônicos. Por acreditar que não exista incompatibilidade entre diversão e educação, defendemos que os museus, quer sejam de história, arte, ciência, ou outros, devem ter fortes objetivos educacionais e, claro, de entretenimento. Combinar educação com diversão pode ser uma excelente estratégia de ensino.

Pesquisadores da área educação não-formal têm agora se preocupado em caracterizar a aprendizagem que ocorre nos museus em consequência de uma ou outra exposição (FALK; DIERKING, 1992, FALK; DIERKING, 2000, FALK, 2001, FALK; DIERKING, 2002, FALK; DIERKING; FOUTZ, 2007, MARANDINO, 2007). Muitas dessas pesquisas mostram a grande dificuldade de se pesquisar a ocorrência de aprendizagem e o quanto foi aprendido durante uma visita a uma exposição museológica. O problema é que há uma grande gama de visitantes diferentes, tais como famílias, professores e crianças em visitas escolares organizadas, crianças e adolescentes, adultos sós ou em grupos, visitantes na terceira idade e outros como meninos e meninas de rua. Essas pessoas, em geral, entram no museu com objetivos bem diferentes. Há visitantes que realmente entram no museu com o propósito específico de aprender ciência, mas há também os que adentram o local com propósitos diversos em mente, como, por exemplo, apenas o de se divertir. Isso faz com que a aprendizagem em um ambiente como esse seja um processo muito complexo e incredivelmente confuso (FALK; DIERKING, 2002). Diante desse problema, pesquisas, no momento, têm se preocupado em

estudar se as exposições oferecem condições para aprendizagem (MARANDINO, 2007).

Alguns pesquisadores, como é o caso de Gaspar (1992, 2002), veem a necessidade de fundamentar teoricamente a educação em museus. Nos últimos anos, a literatura começou a fazer referências à visão construtivista de aprendizagem (GASPAR, 1993; HEIN, 1998) e a fazer referência à importância de se considerar o conhecimento prévio dos visitantes. Por exemplo, para Gaspar (1993),

Quanto maior for o repertório de concepções espontâneas² 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 informal³, 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).

Começou-se, também, a chamar atenção para a importância das interações sociais que ocorrem nos espaços dos museus de ciências. Essas pesquisas sobre aprendizagem em museus (ou mesmo em escolas) têm mostrado que, quanto mais rica a vivência sociocultural proporcionada ao aprendiz, tanto melhor para que ele construa seu conhecimento.

II.4 Parceria Museu-Escola

No Brasil, o número de crianças nas escolas tem aumentado nesses últimos anos, mas a qualidade da educação em ciências recebida tem ficado abaixo das expectativas. As crianças em idade escolar têm tido pouca oportunidade de pensar cientificamente de forma crítica e criativa. Os professores, de um modo geral, tendem a se concentrar no ensino do conteúdo disciplinar, sem focar na forma como os estudantes aprendem. Isto é, há pouca preocupação com a compreensão e o uso das informações e ideias que gerem novas ideias e soluções. Isso tem levado os alunos a serem identificados como “estudantes que não gostam de ciência” ou “que relutam em aprender ciência” (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005).

² 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.

³ Como fazem os autores americanos e europeus, esse autor usa o termo *educação informal* para se referir à educação não formal.

Entretanto, compartilhamos a ideia de que é essencial e importante dividir com as crianças – e com os adultos também – a emoção excitante que surge quando se compreende o funcionamento dos fenômenos naturais. Entendemos, também, que o museu é um espaço com potencial para partilhar com a escola a tarefa de emocionar e instigar crianças e jovens estudantes. Museus de ciência são, sem dúvida, instituições educacionais com imenso potencial de aprendizagem, no entanto, não são escolas. Se esse é o caso, por que não unir esforços?

Pesquisadores defendem que os museus oferecem oportunidades de aprendizagem difíceis de serem reproduzidas em escolas (GASPAR, 1993). Assim sendo, educadores e outros profissionais de museus brasileiros têm claramente defendido uma parceria educativa entre museu e escola em documentos como o do Comitê Internacional para Educação e Ação Cultural do Conselho Internacional de Museus (CECA/ICOM)⁴. No entanto, advertem que existe uma grande diferença entre conceber o museu como uma instituição intrinsecamente educativa e desenvolver-se, nessas instituições, um atendimento específico para atender a diferentes públicos, explicitando objetivos pedagógicos precisos (KÖPTCKE, 2003).

Köptcke (2003), que também defende essas relações museu-escola, adverte para os desafios que elas apresentam. O professor não é preparado para usar o museu e não domina, necessariamente, os conteúdos expositivos. Por outro lado, no museu, curador e museólogo encontram sérias dificuldades em transmitir seu conhecimento para uma plateia de não especialistas (KÖPTCKE, 2003, p. 109). Em uma pesquisa, com o objetivo de examinar o comportamento dos visitantes (alunos do Ensino Médio e seus professores) à *Experimentoteca do Instituto de Física* (um centro de ciência da Universidade de Brasília), constatou-se que os alunos são atendidos pelos mediadores, enquanto seus professores tiram uma “folga” (ZIMMERMANN; SILVA, 2005). Pesquisas como essa mostram que, se por um lado os professores não estão preparados para usar os museus, por outro, os mediadores ficam em apuros, pois encontram dificuldades para se comunicar com os alunos. Como uma solução possível para esse problema, defende-se uma parceria educativa entre museu e escola. A noção de parceria museu-escola desenvol-

⁴ Ver, por exemplo, texto apresentado por Marília Xavier Cury (apoio DEMU/MinC e MEC) e Magaly Cabral na Conferência Anual do CECA/ICOM, em Banská Štiavnica/Bratislava, Eslováquia, de 17 a 23 de setembro de 2005. Disponível em: <[http://www.icom.org.br/Parcerias%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20 Museus.pdf](http://www.icom.org.br/Parcerias%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20Museus.pdf)> Acesso em: 12 abr. 2009.

veu-se no bojo das inovações educativas preocupadas em vencer o “fracasso escolar” e garantir a todos o acesso a uma educação de qualidade e à cultura (KÖPTCKE, 2003, p. 111).

A realização da parceria museu-escola se dá pela construção de novas relações entre o museu e a escola e entre os seus atores. Para que a parceria funcione, é necessário profundo envolvimento dos profissionais das duas instituições nas tarefas e nas metas educacionais a serem atingidas e, ao mesmo tempo, há que se preservar a identidade de cada uma delas, independentemente do fato de terem objetivos comuns. Tendo em vista o que foi discutido até aqui sobre letramento científico, motivação e aprendizagem, defendemos que a relação entre a escola e o museu é determinante na abertura dos horizontes culturais de crianças e adolescentes e, conseqüentemente, na promoção do sucesso escolar.

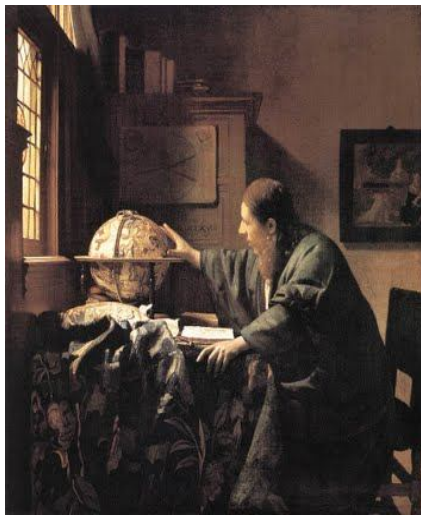
II.5 A redescoberta das técnicas perdidas dos grandes mestres

No ano de 2000, a revista *The New Yorker* divulgou uma matéria polêmica em que um dos maiores pintores da atualidade, David Hockney, anunciava, em uma teoria bem fundamentada, que grandes mestres da pintura se valeram de instrumentos ópticos – lentes e espelhos – para conceber suas obras-primas (GASPAR, 2005). Com suas pesquisas, Hockney (2003) levantou a hipótese de que a câmara lúcida⁵, que já existia no século XVII, 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. Um deles, Charles Falco, sugeriu a Hockney que essa prática 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).

Hockney (2003) analisa as obras como as de Velázquez (1599-1660), Caravaggio (1571-1610) e Vermeer (1632-1675). A partir dessas análises, Hockney

⁵ A câmara lúcida é um dispositivo ótico usado pelos artistas para ajudá-los a desenhar. O uso do dispositivo leva a uma superposição óptica da cena, pessoa ou objeto, sobre a superfície na qual o artista está desenhando. O artista vê simultaneamente a cena e a superfície em que está desenhando, como em uma dupla exposição fotográfica. Isso permite ao artista duplicar pontos-chave da cena no seu desenho.

(2003) usa a obra *O astrônomo* 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 uma câmera escura e de lentes. Pode-se observar, nessa pintura, que o modelo está na frente de uma janela, o que mostra a busca por uma maior iluminação. Sem esse recurso óptico, argumenta Hockney (2003), Vermeer não conseguiria esses efeitos de qualidade em suas obras, pois a iluminação é extremamente importante para a formação de uma imagem de qualidade no interior da câmera escura.



*Ilustração 1 – O Astrônomo*⁶.

A ideia de usar uma câmera escura como ferramenta para a pintura e o desenho não é só uma teoria de Hockney. Oka e Roperto (2002) relatam que o primeiro registro detalhado sobre o aparecimento de uma imagem invertida, no interior de uma câmera escura, foi feito por Leonardo da Vinci no século XV, o que evidencia que o uso da câmera escura já era recomendado como auxílio ao desenho e à pintura no século XIV. De acordo com os autores, o astrônomo Jo-

⁶ Fonte: <http://historiadaarteiv.blogspot.com/2008_06_01_archive.html> Acesso em: 11 out. 2009.

hannes Kepler, em 1620, também utilizou uma câmera escura para fazer desenhos topográficos.

Segundo Oka e Roperto (2002), na construção das primeiras câmeras 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 câmera não estivesse bem iluminado, muito pouca luz entrava na câmera e a imagem, dessa forma, ficava muito apagada. Assim, o uso da câmera escura para obtenção de uma boa imagem necessitava de 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 e, se a imagem a ser projetada estivesse em um plano um pouco mais distante, ela perdia a nitidez. A solução encontrada foi a utilização de lentes nos orifícios de entrada da luz.

Os primeiros a utilizarem lentes nas câmeras foram os italianos. Esse uso foi um grande avanço para a captura de imagens. O tamanho do orifício, porém, era um problema, já que é necessário posicionar o objeto, cuja imagem quer se capturar, com a orientação certa, para que os feixes de luz refletidos por esse objeto entrem pelo orifício, denominado *abertura*.

Na tentativa de resolver esta dificuldade, em 1550, Girolano Cardano, um matemático italiano, experimentou usar uma lente convergente em frente à abertura da câmera escura. O experimento de Cardano com esse tipo de lente foi um sucesso, pois os raios de luz refletidos pelo objeto eram convergidos para o interior da câmera, de modo que era possível aumentar o diâmetro do orifício para a entrada de mais luz, capturada em forma de imagem no interior da câmera com pouca perda de nitidez (OKA; ROPERTO, 2002).

III. A montagem da exposição

Inspirados no trabalho de Queiroz, Barbosa-Lima e Santiago (2006), “*Luz, Ciência e Arte*”, e pela teoria de Hockney (2003), organizou-se a exposição “*A Redescoberta das Técnicas Perdidas dos Grandes Mestres*”. Fazem parte dessa exposição vários pôsteres com: (1) fotografias de diversas pinturas de Johannes Vermeer; (2) esquemas mostrando como se dá a reflexão da luz e a construção esquemática de imagens com lentes; (3) as imagens de uma câmera escura atribuída a Kepler; (4) a imagem que supostamente foi vista por Aristóteles por entre as folhas das árvores, que funcionaram como uma câmera escura; (5) o esquema de funcionamento da máquina fotográfica; (6) a capa e contracapa do livro de Hockney; e (7) cenas do filme “A moça do brinco de pérola”. O ponto alto

dessa exposição é a câmara escura, grande o suficiente para abrigar seis pessoas em seu interior, e uma releitura da obra “A moça do brinco de pérola” produzida pelo pintor Alvair Silva Gonçalves.



Ilustração 2 – A moça do brinco de Pérola

A câmara escura construída para a exposição consiste de um compartimento fechado, (como uma grande caixa ou um quarto) com interior preto, sem entrada de luz, mas 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 à propriedade da luz de se propagar em linha reta (CARRON; GUIMARÃES, 2002). A câmara fotográfica também é baseada nesse sistema.

A câmara escura confeccionada para a exposição (Ilustrações 1 e 2) mede 1,5m x 1,5m por 2,0m de altura, tem estrutura em aço e paredes e piso de madeira, com capacidade para receber em seu interior simultaneamente seis pessoas.

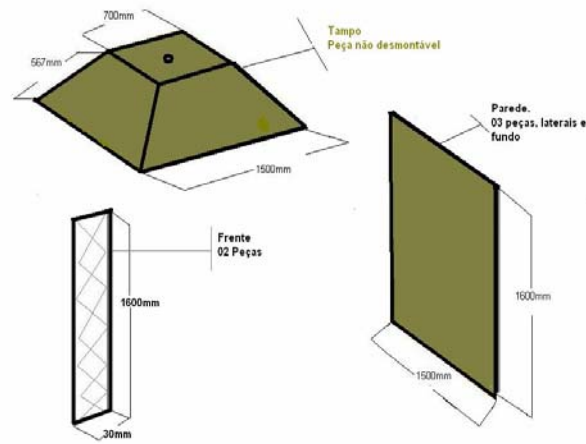


Ilustração 3 – Confeção da Câmera Escura.

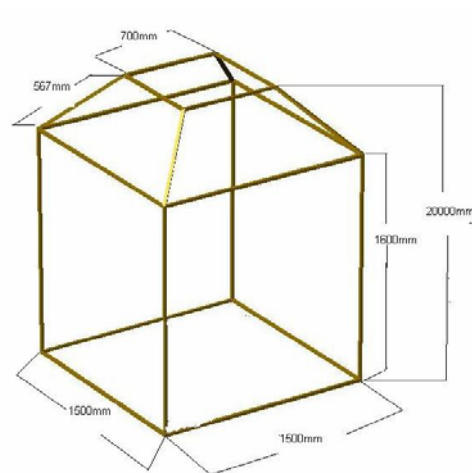


Ilustração 4 – Estrutura de metal da Câmera Escura.

A câmara é dotada de dois orifícios, um no teto e outro na parede lateral. O orifício superior é dotado de uma lente convergente fixa, enquanto que o orifício lateral não tem lente fixa. O mediador carrega consigo uma lente, manipulada durante a atividade com os alunos para encontrar o foco e corrigir borrões nas

imagens projetadas. Sobre o orifício do teto, há um pequeno painel, onde se encontra presa uma centopeia de pelúcia, que é iluminada por uma lâmpada halógena de 300W. As imagens que se formam no interior da câmera são projetadas em uma tela para pintura, que o mediador também manipula. É importante que a câmera seja montada em local com boa incidência de luz solar, para a perfeita formação das imagens em seu interior.

Antes de ser levada à escola, a exposição foi montada e visitada por um público formado, em sua maioria, de estudantes durante a exposição da 3ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, realizada em Brasília em 2006. Assim, realizou-se uma pesquisa exploratória para compreender o processo de mediação usado para a exposição (ZIMMERMANN; PORTO, 2007). A partir dos resultados dessa pesquisa, a exposição e os processos de mediação foram repensados e reorganizados para, só então, levá-la a uma escola pública do Distrito Federal, em um trabalho articulado entre a escola selecionada e o Museu de Ciência e Tecnologia de Brasília (MCT-BSB)⁷.

IV. Metodologia da pesquisa

A pesquisa aqui relatada é de abordagem qualitativa, tendo se utilizado como estratégia para coleta de dados o estudo de caso, pois o objetivo era examinar a reação e o processo de ensino-aprendizagem de óptica de alunos do Ensino Médio, quando se usa uma atividade não-formal de educação dentro do ambiente escolar. Para isso, como parte do programa “*O Museu Vai à Escola*”, articulado pelo MCT-BSB, instalou-se dentro de uma escola, que aceitou a parceria com o Museu, a exposição “*A Redescoberta das Técnicas Perdidas dos Grandes Mestres*”.

Para que a metodologia proposta para esta pesquisa possa ser justificada, é necessária uma discussão que mostre ser ela apropriada ao objeto e às questões de pesquisa. Quando se propôs esta pesquisa, tinha-se como objetivo investigar a reação dos alunos a uma exposição museológica em ambiente formal de educação. Entendeu-se logo que, para esse tipo de pesquisa, necessitava-se de dados ricos em detalhes e que ela fosse realizada o mais próximo possível da realidade cotidiana dos alunos. Dados quantificados, assim como a análise quantitativa, não parece-

⁷ Desde o princípio essa exposição fora planejada para fazer parte das atividades itinerantes do Museu de Ciência e Tecnologia de Brasília, que está em fase de implantação. Apesar de ainda não existir fisicamente, o Museu tem organizado inúmeras atividades como as de itinerância, palestras, oficinas e cursos.

ram apropriados para este estudo e, portanto, optou-se por uma pesquisa qualitativa tanto no que se refere à coleta como à análise dos dados. Nossa meta foi levar a cabo um estudo que pudesse revelar e descrever as interações (antes, durante e depois da visita) e os significados dados pelos alunos e pelo mediador, ao que acontecia.

IV.1 Estratégia de coleta de dados: estudo de caso

São duas as razões que nos fizeram optar pelo estudo de caso como estratégia de coleta de dados para esta pesquisa. A primeira está nas afirmações de Easley (1982), que defende o estudo de caso como um procedimento científico de grande valia para se compreender em profundidade a interação cognitiva e social do processo de ensino-aprendizagem. A segunda é encontrada no interesse que se tem de investigar as interações entre alunos e mediador, para compreender o processo de ensino-aprendizagem que acontece *no caso* de termos uma atividade não-formal de educação em espaço formal. Além disso, esse tipo de estratégia tem por objetivo investigar um fenômeno dentro de seu contexto real “especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2005, p. 32). Considera-se, no caso desta pesquisa, que a exposição museológica aconteceu dentro da escola, mobilizando alunos de Ensino Médio para visitá-la, devido às condições favoráveis do contexto escolar. É, portanto, difícil separar o fenômeno do contexto em que ele aconteceu.

Cabe ainda ressaltar que, para esta pesquisa, se partiu da ideia, lembrada por Marandino (2007), de que é muito difícil avaliar o quanto se aprende em um museu. Portanto, nossa preocupação se voltou para estudar se, neste caso em particular (o uso de atividade de educação não-formal em espaço formal de educação), haveria condições para o aprendizado. O estudo de caso nos pareceu a estratégia mais adequada para explorar o processo de aprendizagem, contemplando nesse contexto as dimensões pessoais, socioculturais e físicas apontadas no “Modelo Contextual de Aprendizagem” de Falk e Dierking (1992).

IV.2 Instrumentos de coleta de dados

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

1) Entrevistas

Optamos por realizar entrevistas individuais, pois esse procedimento pareceu melhor adaptar-se tanto ao nosso interesse de estudar o processo de ensino-aprendizagem, como examinar a reação dos alunos. As entrevistas individuais, semiestruturadas, tiveram como objetivo fazer emergir opiniões, impressões e os conceitos dos alunos antes, durante e após a visita à exposição. Escolhemos esse tipo de entrevista porque nelas não há imposição de uma ordem rígida das questões

– o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

2) Observação

O interesse desta pesquisa é observar a motivação demonstrada pelos alunos nas interações entre eles e deles com o mediador antes, durante e após a visita à exposição, bem como acontece o processo de ensino-aprendizagem. Não há técnica de coleta de dados para examinar as interações melhor do que a observação. Portanto, essa técnica, sem dúvida, é apropriada ao objetivo formulado nesta pesquisa – examinar o processo de ensino-aprendizagem e a motivação para aprender.

A coleta de dados através de observação foi realizada em três momentos. O primeiro se deu na sala de aula, antes da visita da turma à exposição; o segundo durante a visita e, por último, na sala de aula, após a visita. Cabe mencionar que todos esses momentos foram filmados em vídeo.

A observação foi direcionada para responder a perguntas tais como: Qual a reação dos alunos durante a exposição? Como eles percebem a exposição? O que eles acham dela? Como agiam antes da visita? Como agem depois da visita? Acharam-na desafiante? O que chamou atenção? Quais as dúvidas levantadas? Quais comentários feitos por eles sugerem que a aprendizagem está acontecendo? A maior parte dessas questões são inspiradas no trabalho de Falk e Dierking (1992).

IV.3 O contexto do campo de pesquisa

A escola em que ocorreu o trabalho de campo da pesquisa é uma instituição da rede pública de ensino, localizada em uma das cidades-satélite do Distrito Federal. Com 1370 alunos, a escola possui turmas de Ensino Fundamental, Médio e da Educação de Jovens e Adultos, nos turnos matutino, vespertino e noturno. De acordo com levantamento socioeconômico feito pela secretaria da escola, seus

alunos sempre estudaram na rede pública de ensino e moram nas imediações, em um bairro de reduzido poder econômico. (Chegamos a essa escola através da professora de Física, nossa conhecida, que facilitou o nosso acesso ao campo.)

Licenciada em Física, a professora tem 20 anos de experiência, atuando nessa instituição de ensino há 16 anos. Sem laboratório, a professora leciona para todas as turmas do matutino, tendo muito pouco tempo para planejar suas aulas. Esse foi um dos motivos que a levaram a procurar o Museu durante a SNCT, para saber da possibilidade de participar do projeto “O Museu vai à escola”. Esses fatos contribuíram decisivamente para a negociação desta parceria, com essa escola como local para a instalação da exposição e a realização da pesquisa.

Durante a SNCT, a exposição, que trata de conceitos de óptica geométrica, atendia a alunos de todo o ensino básico. No entanto, para a presente pesquisa, decidiu-se com a professora que seria mais produtivo trabalhar apenas com a 2ª série do Ensino Médio (EM). Nesse nível de ensino, a óptica geométrica é estudada, usualmente, no terceiro bimestre da 2ª série, sendo interessante, portanto, que os alunos dessa série visitassem a exposição. Por conveniência de horário, escolheu-se uma turma do turno matutino, que tinha 39 alunos. De acordo com a professora, essa era uma turma de desempenho mediano, apresentando um pequeno grupo, composto de três alunos, com rendimentos em Física acima da média.

IV.4 A coleta de dados

O primeiro contato com os alunos aconteceu em sala de aula, durante uma das aulas de Física. Este teve como objetivo discutir a relação que pode existir entre ciência, arte e tecnologia e trabalhar a ideia de que os artistas fazem uso das mais diversas tecnologias para elaborar suas obras. Os alunos assistiram a alguns trechos do filme a “Moça com Brinco de Pérolas” para, em seguida, serem apresentados a algumas obras do pintor holandês Johannes Vermeer, projetados em slides. O diálogo que aconteceu após o filme se deu ao redor do quadro da “Moça com Brinco de Pérola”, oportunidade em que se chamou a atenção dos alunos para a luminosidade incidente nas diversas telas do pintor. Finalizando, os alunos foram apresentados à teoria de Hockney e levados a observar os quadros de Vermeer para, novamente, falarem sobre suas impressões.

É necessário ressaltar que, desde a chegada e montagem da exposição, o ambiente na escola já havia sofrido modificação. Os alunos tinham visto a movimentação no pátio da escola durante a montagem da exposição e estavam excitados para saber “a serventia daquela caixa preta”. Claro que eles, antes da visita,

que deveria ser uma surpresa, já sabiam que ela simulava uma espécie de “máquina fotográfica”. Assim, ainda na sala de aula, ocorreu o seguinte diálogo.

João⁸: Como se tira fotos com aquela caixa preta?

Mediador: Quando queremos tirar uma fotografia com uma câmera, dessas antigas que usa filme, chamadas analógicas, o que fazemos?

João: A gente aponta para a pessoa e aperta um botão.

Bruno: A gente olha por uma lente que tem dentro dela e mira na pessoa que a gente quer⁹ tirar a foto.

Mediador: 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.

Mediador: Mas o que tem a ver a luz com a câmera fotográfica?

Paulo: É que a luz refletida do objeto entra na câmera.

Mediador: 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.

Mediador: Calma, veremos tudo isso, 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 no diálogo acima, os alunos estavam curiosos e interessados em conhecer o funcionamento da câmera escura. Eles perguntavam muito, conversavam entre si, queriam entender como a imagem se forma dentro

⁸ Para preservar o anonimato, os nomes dos alunos são todos fictícios.

⁹ Nas citações, foram mantidas as expressões usadas pelos alunos, os risos e sons por eles emitidos, assim como sua forma de falar o Português.

da câmera fotográfica e também queriam saber, em detalhes, como se dá o processo fotográfico. Notava-se, também, um grande interesse pela tecnologia moderna, pois perguntavam como funcionam as câmeras fotográficas digitais. É importante ressaltar que a câmera digital faz parte do dia-a-dia desses adolescentes e conhecer seu funcionamento acaba sendo uma demanda. O conhecimento sobre óptica geométrica e a tecnologia relacionada a esse conhecimento não é, portanto, desconectado da realidade deles. Notou-se, ainda, que muitos alunos portavam telefone celular com máquina fotográfica. 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 esta parceria museu-escola pode oferecer.

No segundo encontro, os alunos foram divididos em grupos. Apresentaremos as interações dialógicas que ocorreram durante a visita de, basicamente, um dos grupos, pois elas foram semelhantes. Alguns exemplos de outros grupos são mostrados, apenas quando existem diferenças que merecem ser destacadas.

Quando um dos grupos parou em frente à câmera, iniciou-se o seguinte diálogo.

Mediador: Vocês estão vendo aquela centopeia em cima da câmera escura? Vocês acham que é possível ver a imagem dela dentro da câmera?

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

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

Mediador: 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.

Alan: Quanto menor o furo, a imagem fica mais fácil de ver e 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.

É interessante notar nessa interação que Francisco lembrou que a professora já havia falado algo sobre o assunto em sala de aula. Portanto, a formação de imagens não era um assunto completamente novo para esses alunos, mas percebia-se, pelas perguntas, que eles estavam bastante curiosos. A função do mediador era, no entanto, aguçar ainda mais a curiosidade deles. Seu objetivo era não dar respostas durante a mediação, mas fazer com que os alunos pensassem a respeito e elaborassem, por eles mesmos, a explicação para o fenômeno. Ao perceber que os

alunos começavam a brigar por suas convicções, eles foram convidados a entrar na câmera, sendo lembrados que entrar nela era o mesmo que entrar no interior de uma imensa câmera fotográfica. Eles entraram na câmera em silêncio. Mais uma vez foi perguntado a eles como esperavam ver a imagem da centopeia projetada no anteparo no interior da câmera. É interessante notar que os alunos, por acreditarem que a câmera escura era semelhante a uma câmera antiga, analógica, concluíam que a imagem da centopeia seria preta e branca.

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

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

Ao entrarem, o orifício da câmera estava tapado, deixando-os ainda mais excitados e curiosos. Quando o buraco foi destapado, o mediador colocou uma tela para pintura no lugar onde a imagem era projetada e o grupo pode ver a imagem da centopeia sobre a tela. Para eles, foi uma surpresa constatar que a imagem estava invertida. Houve um grande silêncio, que foi quebrado com todos perguntando ao mesmo tempo como isso acontecia. Como o mediador não conseguiu que os alunos dessem uma resposta por meio da interação, ele forneceu algumas explicações sobre o porquê da imagem ser colorida e não preta e branca como eles previram. No entanto, nada foi explicado sobre por que acontece a inversão da imagem.

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

Após essa explicação, os alunos ficaram curiosos a respeito dos filmes e iniciou-se um diálogo, com perguntas e respostas, a respeito dessa tecnologia. A pergunta mais difícil de ser respondida, contudo, continuava a ser sobre o porquê de a imagem ser invertida. Fez-se um grande silêncio, que acabou sendo quebrado por Fernando.

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, a gente ia ver um arco-íris aqui dentro.

Alan: A nossa... er ... 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?

Mediador: 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 ao encontrar obstáculos. A discussão prosseguiu até os alunos chegarem à conclusão de que a luz é refletida pelos objetos que encontra em seu caminho. O mediador resolveu, então, levar um dos alunos para fora da câmera e postá-lo de forma que a sua imagem pudesse ser vista no interior da câmera. Tapando o orifício, o diálogo foi reiniciado.

Mediador: 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 câmera dessa?

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

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

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

Mediador: O que a gente deve fazer para melhorar essa imagem?

Bruno: Usa uma lupa?

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

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

Nesse momento, todos começam a levantar hipóteses sobre como a imagem poderia ser melhorada. Fica evidente que a interação dialógica que se trava no interior da câmera leva os alunos a levantar hipóteses e a desejar que fossem testadas. A exposição, como se observa nesses diálogos, motiva os alunos a construir e a testar ideias.

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

Eustáquio: Claro, claro, ela precisa de óculos.

Mediador: 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, o mediador reafirma que uma lente pode melhorar a imagem, assim como pode auxiliar a visão das pessoas que veem as “coisas borradas”. O mediador tira do seu bolso uma lente convergente e a mostra aos alunos, chamando atenção para a sua curvatura. Depois, chama um dos alunos que estava passando do lado de fora e lhe pede para postar-se em um local em frente ao orifício, e volta a se juntar ao grupo no interior da câmera, colocando a lente na frente do orifício.

Alan: Ô... olha, olha só 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.

Chamou nossa atenção a vontade que os alunos tinham de se postar fora da câmera, mas queriam, ao mesmo tempo, ver sua imagem no interior dela. Por vezes, era muito difícil convencê-los de que isso era impossível e eles respondiam que a imagem deles deveria ser fotografada. Essa era uma grande oportunidade para perguntar-lhes se a luz da imagem refletida seria suficiente para “sair em uma foto”. Eles, sem pensar muito, respondiam: “Ora, é só tirar com flash”. Todavia, sempre aparecia algum colega que se dava conta da impossibilidade disso, lembrando que quando entra luz em uma máquina analógica “o filme queima”. Cabe, portanto, chamar atenção para o fato de que os próprios alunos solucionam os problemas. Isso evidencia a eficácia da interação dialógica estabelecida por um bom mediador, pois as provocações que ele faz estimulam os alunos a refletir e a se manifestar. Como visto nos diálogos, em geral, um mediador que faz uso da interação dialógica não dá as repostas, mas responde às questões dos alunos com outras perguntas. Isso movimentava os alunos e produz estímulos para que eles tentem construir as soluções.

Os alunos, até então, ainda não haviam achado a solução para a imagem “de cabeça para baixo”, e pode-se constatar pela observação que isso os deixava ainda mais intrigados. Eles começam também a ficar curiosos a respeito do tamanho da imagem em relação ao objeto.

Mediador: 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.

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

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

Alan: De longe não dá para ver nada.

Mediador: Então imagine que você pudesse ver. Qual seria exatamente a posição que você deveria ficar para ver a testa do Jéferson? Pensem. [continua o silêncio] 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.

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

Alan e Bruno: Sim.

Mediador: 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 e ... 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, desenhando em um pedaço de papel, o mediador completa a explicação de como a imagem se inverte. O diálogo continua até que todos percebem a “facilidade” de se pintar uma pessoa usando a câmera escura. Ao verem as imagens formadas no interior da câmera, nota-se a satisfação e curiosidade dos alunos e, ao mesmo tempo, o interesse em saber o que causa a inversão das imagens da centopeia e do colega. Curiosamente, a imagem do colega “maior e de cabeça para baixo” também é instigante. Ao final da mediação, a lente é entregue aos alunos e se percebe o prazer que sentem por poderem, eles mesmos, manipulá-la. Observa-se que os estudantes demonstram grande interesse em co-

nhecer e interagir com o objeto que contribui para a formação de uma imagem mais nítida no interior da câmera escura.

Os diálogos mostram que a exposição funciona, em muitos momentos, como *recall* de informações e conceitos conhecidos por eles, ou seja, leva os alunos a relembrar, por exemplo, diálogos ocorridos em sala de aula, em que conceitos-chave para a solução dos problemas apresentados na exposição foram discutidos. A interação entre os alunos e o mediador também mostra que essa exposição instiga os alunos a levantarem hipóteses e a quererem testá-las. Portanto, a exposição mediada estimula a curiosidade e leva os alunos a perguntar e a buscar explicações.

A visita mediada à exposição museológica instiga os alunos a levantar hipóteses para explicar, por exemplo, a necessidade de escuridão no interior da câmera. Os alunos se esforçam para organizar seus pensamentos, tentam lembrar e resgatar o que já ouviram, ou sabem, ajudando a enriquecer o diálogo da mediação. A curiosidade os empurra, eles querem entender a formação da imagem, colorida (!), da centopeia, que afinal é formada pela luz que entra “apenas por aquele pequeno burquinho” e que são os raios de luz “refletidos pela bichinha”.

Observou-se que surgem outras questões, nos diferentes grupos de alunos. É como se nos diferentes grupos as demandas fossem outras. A questão sobre a entrada de luz indesejada não surgiu durante a visita do grupo 1, por exemplo, mas surgiu em outro grupo e detonou um longo diálogo. Isso mostra que a exposição leva a diferentes questionamentos sobre o comportamento da luz. O mediador percebe isso e, quando os visitantes não trazem esse assunto à baila, ele os incita à discussão sobre a interferência causada pela entrada da luz indesejada no interior da câmera.

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.

Mediador: 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?

Fabio: 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 centopeia.

Anna: Não, não pode. Er... isso não tá 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 tá 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.

Mediador: Observem bem, vou colocar a tela. O que estão vendo?

Fabio: Oh, oh, er... nadinha!

Anna: Eu disse, eu disse! Tá vendo? É um negócio esquisito, não dá para ver o que é, tá ruim de ver. Não dá para diminuir o buraco?

Mediador: 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.

Mediador: Isso, isso mesmo, pessoal. Poderíamos usar uma técnica. Mas primeiro me respondam: pessoas que não conseguem enxergar direito, que têm 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.

Mediador: Então, o que podemos fazer para melhorar esta imagem, para deixá-la nítida?

Antônio: Huhahaha, agora parece óbvio é só colocar um óculos na frente do buraco.

É interessante notar, no diálogo acima, que por vezes parece que os alunos “ouvem seus próprios argumentos” e, de pronto, lembram que a luz do flash funcionaria como luz indesejada e se corrigiam, antes que alguém interviesse.

As entrevistas com os alunos aconteceram depois das visitas. Durante a entrevista, eles disseram que era a primeira vez que participavam de uma atividade como essa. De maneira geral, afirmaram ter apreciado a ideia de ter aulas desse tipo, tendo como ferramentas de aprendizagem tais exposições. Vários alunos participantes afirmaram que, se todas as aulas fossem assim, eles aprenderiam com maior facilidade. Perguntados se seriam capazes de explicar o que acontece dentro da câmera, caso tivessem que atuar como mediadores, a maioria respondeu que conseguiria trabalhar com a exposição, explicando os fenômenos. Perguntados se depois que participaram da exposição, eles ainda tinham perguntas e curiosida-

des não satisfeitas sobre óptica, um deles respondeu: “Eu quero aprender sobre a distância focal, que o senhor falou”. Outro disse ainda estar curioso em saber como funcionam os outros tipos de lentes, além da convergente. Outros demonstraram vontade de saber como funcionam as lentes usadas em lunetas, telescópios, microscópios e binóculos. Em resumo, as entrevistas corroboraram o que se percebeu durante as observações, que a exposição mediada estimula a curiosidade por conhecer mais sobre o assunto discutido, além de mobilizar a reflexão dos alunos, o que torna o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz.

A análise das entrevistas e, principalmente, das observações, evidencia que os alunos ficaram motivados para aprender mais. Eles queriam saber desde como funcionam as máquinas fotográficas, tanto as digitais como as analógicas até a química usada para revelar os filmes.

V. Conclusões

Os resultados da pesquisa sugerem que a educação formal e não-formal, se reforçam mutuamente e que as atividades museológicas motivam a aprendizagem, como sustentam alguns autores (HOFSTEIN; ROSENFELD, 1996). A análise dos dados desta pesquisa deixa evidente que as interações verbais entre os alunos ou dos alunos com o mediador durante a exposição museológica realizada dentro da escola enriquecem o processo de ensino-aprendizagem e estimulam a atividade intelectual dos alunos em torno do assunto em estudo.

Enquanto espaço delimitado por fronteira física mais ou menos permanente, a escola se isola do resto do mundo. Esta pesquisa mostra que a parceria museu-escola pode contribuir para diminuir esse isolamento e para melhorar a aprendizagem de conceitos científicos. Consideramos relevante a existência de articulação entre a educação escolar em Física e a educação não-formal, oferecida pelos museus de ciência, pois ela ajuda a repensar a prática docente e a refletir sobre as metodologias de ensino que têm sido empregadas em aulas de Física e em exposições museológicas.

Este trabalho mostrou as interações que ocorrem como consequência da exposição mediada, que instigou e mobilizou a curiosidade dos alunos de uma escola do DF. Ocorreu interação entre os alunos com os objetos da exposição e com o mediador. Ennes (2006) destaca que a exposição museológica é a principal instância de mediação dos museus, pois é uma composição em que os elementos encontram-se organizados em um espaço elaborado para permitir a leitura de determinada mensagem. Não concordamos com este autor, pois esta pesquisa mostra que a exposição museológica sozinha nem sempre permite a leitura da

mensagem, pois, no caso analisado, a interação entre mediador e alunos foi fundamental para que estes refletissem sobre o fenômeno óptico em questão. Esta pesquisa mostra evidências de que, para que o visitante possa ler a mensagem da exposição, o mediador tem papel decisivo e, sem esse ator, os resultados não teriam sido os mesmos. Em outras palavras, a análise dos dados ratifica a importância do mediador, que responde às perguntas dos visitantes com outras perguntas, levando-os a mobilizarem suas estruturas cognitivas. Pesquisas mostram a importância do diálogo para a motivação da aprendizagem (MORAES; VARELA, 2007), mas, como mostra esta pesquisa, há que se ter diálogo também para a compreensão dos fenômenos abordados na exposição.

Os resultados desta pesquisa dão subsídio às parcerias museu-escola e, ao mesmo tempo, podem iluminar futuras pesquisas que tenham por objetivo compreender o processo de aprendizagem científica e a mediação em museus. Os aspectos levantados por este estudo mostram a necessidade de valorização e preservação dos museus de ciências para divulgação e construção de conhecimentos científicos e a necessidade de mediação profissional, ou seja, realizada por professores.

Referências

ALMEIDA, A. M. Desafios da relação Museu-Escola. **Comunicação & Educação**, São Paulo, n. 10, p. 50-56, 1997.

ARANTES, V. A. (org.); TRILLA, J.; GHANEM, E. **Educação formal e não-formal: Pontos e Contrapontos**. São Paulo: Summus, 2008.

BARKER, P. Designing interactive learning. In: JONG; T.; L. SARTI (Eds.) **Design and Production of Multimedia and Simulation-based Learning Material**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.

BERGAMINI, C. W. **Desenvolvimento de recursos humanos: uma estratégia de desenvolvimento organizacional**. São Paulo: Atlas, 1980.

BIAGGIO, Â. M. B. **Psicologia do desenvolvimento**. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação não-formal. **Ciência & Cultura**, v. 57, n. 4, p. 20-20, out.-dez. 2005.

BRASIL. **Orientações Curriculares Para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BROUGÈRE, G. A criança e a cultura lúdica. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira, 2002.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.) **Aprendizagem**: processos psicológicos e o contexto social na escola. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação no ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

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

CARUSO, F. **Desafios da Alfabetização Científica**. Resumo da palestra apresentada 2003 no Ciclo 21 da Fundação Planetário. Disponível em: <http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs01003.2006_12_08_10_39_34.pdf> Acesso em: 11 out. 2009.

CAZELLI, S. Divulgação Científica em espaços não formais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ZOOLOGICO DO BRASIL, XXIV, 2000, Belo Horizonte. **Anais...** p. 10-10.

COLÉGIO SÃO FRANCISCO, 2006.
Disponível em: <<http://www.colegiosaofrancisco.com.br>> Acesso em: 28 fev. 2008.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

DIERKING, L. D.; MARTIN, M. W. Special Issue of Science Education. **Science Education**, v. 81, n. 6, 1997.

EASLEY, J. A. Naturalistic case studies exploring social-cognitive mechanisms, and some methodological issues in research on problems of teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 19, n. 3, p. 191-203, 1982.

ENNES, E. G. **A narrativa na exposição museológica**. Trabalho apresentado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2003.

FALK, J. **Free-choice science education**: How people learn science outside of school. New York: Teacher's College Press, 2001.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D. **The Museum Experience**. Washington, D.C.: Whalesback Books, 1992.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D. **Learning from museums**: visitor experiences and the making of meaning. Walnut Creek USA, AltaMira Press, 2000.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D. **Lessons without limit**: how free-choice learning is transforming education. California: Altamira Press, 2002.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D.; FOUTZ, S. (Eds). In: **Principle in Practice**: Museums as Learning Institutions. New York: Altamira Press, 2007.

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

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

FRIEDMAN, A. The evolution of science and technology museums. **The Informal Science Review**, v. 17, p. 14-17, 1996.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 118f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GASPAR, A. A educação formal e a educação informal em ciências. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. **Ciência e Público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Série Terra Incógnita. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

GASPAR, A. **Os grandes mestres da pintura colavam?** Atualidades Científicas. São Paulo: Ática Limitada, 2005. Disponível em:

<http://www.aticaeducacional.com.br/htdocs/secoes/atual_cie.aspx?cod=743>
Acesso em: 11 abr. 2009.

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

HEIN, G. E. **Learning in the museum**. London: Routledge, 1998.

HEIN, G. E. The constructivist museum. In: HOPPER-GREENHILL, Eileen. **The educational role of the museum**. London: Routledge, 1999, p. 73-78.

HOFSTEIN, A.; ROSENFELD, S. Bridging the gap between formal and informal Science Learning. **Studies in Science Education**, v. 28, p. 87-112, 1996.

HOCKNEY, D. O. **Conhecimento Secreto**: Redescobrimo as técnicas perdidas dos grandes mestres. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

HOPPER-GREENHILL, E. **Museums and Education**: Purpose, pedagogy, performance. New York: Routledge, 2007.

HOPPER-GREENHILL, E. **The educational role of the museum**. 2. ed. London: Routledge, 1999.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon**: Teorias genéticas em discussão. São Paulo: Summus, 1992.

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.

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

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

LORD, B. (Ed.) **The Manual of Museum Learning**. New York: Altamira Press, 2007.

MAITLAND, L. **Como Motivar pessoas**. São Paulo: Nobel, 2000.

MAMEDE, M. A.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o Ensino de Ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. extra, n. 1, p. 03-21, 2005.

MARANDINO, M. É possível estudar aprendizagem nos museus de ciência? In: NARDI, Robert (Org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo, 2007. p. 41- 49.

MINTZ, A. Ciência, sociedade e centros de ciências. **História, Ciências, saúde. Mangueiros**, v. 12. Suplemento, p. 267-280, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hesm/v12s0/12.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2009.

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

MORAES, C. R.; VARELA, S. 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/revista_eletronica/educacao/Artigo_06.pdf> Acesso em: 09 set. 2008.

OECD (2005). **Are students ready for a technology-rich world? What Pisa studies tell us**. Disponível em: <http://www.oecd.org/document/31/0,2340,en_32252351_32236173_35995743_1_1_1_1,00.html> Acesso em: 11 jan. 2009.

OKA, C.; ROPERTO, A. **Origens do processo fotográfico. A Câmera Escura: O princípio da fotografia**. 2002. Disponível em: <<http://www.cotianet.com.br/photo/hist/camesc.htm> > Acesso em: 18 abr. 2008

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

PISA 2000. Relatório Nacional. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/30/19/33683964.pdf>> Acesso em: 11 jan. 2008.

QUEIROZ, G. R. P. C.; LIMA, M. C. B.; SANTIAGO, R. Luz: Ciência, Arte e Ensino de Física. 58ª Reunião Anual da SBPC. Florianópolis: SBPC, 2006.

RAPPAPORT, C. R.; FIORI, W. R.; DAVIS, C. **Psicologia do desenvolvimento: teorias do desenvolvimento, conceitos fundamentais**. São Paulo: EPU, 1982.

RIBEIRO, R. A. **Divulgação Científica e Ensino de Física: Intenções, funções e vertentes**. 2007. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHUCH, E. M. M.; AXT, M.; TAROUÇO, L. M. R. **Aprendizagem interativa no espaço tridimensional em artes visuais**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, X, 1999, Curitiba.

STOCKLMAYER, S. **Public awareness of science and informal learning: a perspective on the role of science museums**. In: BOARD ON SCIENCE EDUCATION AT THE U.S. NATIONAL ACADEMIES, 2005. Disponível em: <<http://www.informallearning.com/archive/Stocklmayer-72.htm>> Acesso em: 18 mar. 2009.

STOCKLMAYER, S.; GILBERT, J. **New experiences and old knowledge: towards a model for the public awareness of science**. **International Journal of Science Education**, v. 24, p. 835-858, 2002.

TELES, M. L. S. **Uma introdução à psicologia da educação**. Petrópolis: Vozes, 1983.

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

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZIMMERMANN, E.; PORTO, F. S. **Enhancing understanding of science: Learning Physics in interactive environments**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS EDUCATION, 2007, Marrakech. ICPE2007: Building Careers with Physics, 2007. v. 01. p. 17-17.

ZIMMERMANN, E.; MAMEDE, M. A. Novas direções para o Letramento Científico: Pensando o Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília. In: REUNIÓN DE LA RED-POP, IX, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** v. 01. p. 23-38.

ZIMMERMANN, E.; SILVA, L. S. Ensaios para se implantar um museu de C&T: O papel letrador. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL COMMITTEE OF MUSEUMS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 34th, 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** v. 01. p. 01-06.