

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

EXPOSIÇÃO ITINERANTE E ESPAÇO FORMAL:
um estudo de caso

HENRIQUE BUDAY DE OLIVEIRA

Itajubá, junho de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

HENRIQUE BUDAY DE OLIVEIRA

EXPOSIÇÃO ITINERANTE E ESPAÇO FORMAL:
um estudo de caso

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Itajubá para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Isabel Cristina de Castro Monteiro

Junho de 2017
Itajubá

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

HENRIQUE BUDAY DE OLIVEIRA

EXPOSIÇÃO ITINERANTE E ESPAÇO FORMAL:
um estudo de caso

Dissertação aprovada por banca examinadora em 02 de maio de 2017, conferindo ao autor o título de **Mestre em Ensino de Ciências em Nome do Programa.**

Banca Examinadora:

Prof.^a Isabel Cristina de Castro Monteiro
(Orientador)

Prof. Agenor Pina da Silva

Prof. Galeno José de Sena

Itajubá

2017

RESUMO

Com o passar dos anos, divulgar a ciência vem representando uma das principais preocupações de muitos órgãos governamentais, pois é através dela que a maioria da população tem acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos que lhes permitirão maior criticidade frente aos problemas sociais, ambientais ou econômicos, atingindo, portanto, certa responsabilidade e autonomia com o seu entorno. Nesse sentido, investigar meios de divulgar a ciência através de uma educação não-formal, em espaços como museus de ciência e exposições itinerantes, tornou-se o objetivo de muitos pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Pensando nisso, o presente trabalho levou duas exposições itinerantes aplicadas em duas escolas públicas do interior do estado de São Paulo, sendo que, em cada uma delas alunos oriundos de turmas de 8º ano e 9º ano do Ensino Fundamental tiveram acesso a diversos experimentos que abordavam conceitos científicos. As exposições foram gravadas em vídeo e as gravações foram analisadas segundo a teoria sociointeracionista de Vigostki, constructos de Wertsch (1984) e as categorizações das emoções propostas por Monteiro e Gaspar (2007), com o objetivo de investigar as emoções apresentadas pelos alunos e o processo interativo ao participarem das exposições itinerantes no espaço escolar.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Exposição Itinerante. Teoria de Vigotski.

ABSTRACT

Over the years, disseminating science has been one of the main concerns of many government agencies, because it is through this that the majority of the population has access to scientific and technological knowledge that will grant them greater criticalness in face of social, environmental or economic problems, reaching, therefore, a certain responsibility and autonomy with its environment. In this sense, investigating ways to disseminate science through non-formal education, in spaces such as science museums and traveling exhibitions, has become the goal of many researchers in the area of Science Teaching. Taking that into account, the present work led two traveling museum to two public country schools of the state of São Paulo, and in each one of them students from the 8th and 9th grade classes had access to several experiments that addressed scientific concepts. The presentations were recorded on video and the recordings were analyzed according to Vigotski's Social Interactionist Theory, Wertsch's constructs (1984) and the categorizations of emotions proposed by Monteiro and Gaspar (2007), with the objective of investigating the emotions presented by the students and the interactive process by participating in the traveling exhibitions in the school space.

Keywords: Science Teaching. Traveling Museum. Vigotski's Theory.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1. Alfabetização Científica e Divulgação da Ciência	10
2.2. Teoria de Vigotski e o Espaço Formal, Informal e Não-Formal de Ensino	18
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	25
3.1. Considerações iniciais	25
3.2. Atividade 1	26
3.3. Atividade 2	27
3.4. Considerações finais	29
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	30
4.1. Considerações iniciais	30
4.2. Análises da Atividade 1	30
4.3. Análises da Atividade 2	31
4.4. Considerações finais	37
5. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	40
ANEXO A	43
ANEXO B	56

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos séculos a divulgação científica se desenvolveu para atender às expectativas e interesses variados. No Brasil, de toda a sua história, apenas a partir da década de 80 do século XX que se pode considerar certo investimento em divulgação da ciência, com a criação de seções nos jornais e programas televisivos voltados para a área científica. Antes disso, houve poucas tentativas de se divulgar a ciência e, até mesmo nos últimos anos, o cenário ainda está muito oscilante (MOREIRA & MASSARANI, 2002).

Entre os anos de 2000 e 2010, o Governo Federal juntamente com alguns ministérios e agências de financiamento concederam incentivos para o aumento do apoio à pesquisa e à cultura e, por consequência, o número de Centros e Museus de Ciência, projetos de exposições itinerantes e feiras de ciências aumentou sensivelmente (TEIXEIRA, STEINICKE & MURAMATSU; 2009). Essa preocupação governamental demonstra que divulgar ciência se tornou algo importante em nossa sociedade, pois é através dela que a maior parcela da população tem acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos que lhes permitirão uma maior criticidade frente aos problemas sociais, ambientais ou econômicos, atingindo, portanto, certa autonomia, domínio e responsabilidade com o seu entorno.

Para fornecer esses benefícios à sociedade, os divulgadores da ciência dispõem dos supracitados Museus e Centros de Ciência que para Cerati e Siao (2011) são:

(...) instituições científicas, culturais e educativas onde as visitas, apesar de possuírem forte característica de lazer, abrem enormes possibilidades de aprendizagem motivada pela vivência e curiosidade que a exposição desperta no visitante. (p. 110)

Há ainda um outro espaço para divulgação da ciência, semelhante à definição de Museus e Centros de Ciência indicada por Cerati e Siao (2011), mas que não estão fixas em um único local ou instituição, são as exposições itinerantes, foco do presente trabalho. Essas exposições são semelhantes aos Museus, pois também apresentam um ambiente interacionista muito rico e com alto grau de ludicidade, entretanto ao invés do público se dirigir ao local onde os objetos de exposição se encontram, estes objetos é que são levados até onde o público está localizado (OLIVEIRA, SILVA & MONTEIRO, 2014).

Tendo em vista essa vantagem ligada à facilidade quanto ao aspecto de locomoção e a construção de um ambiente interativo, que combina o lazer com a aprendizagem de

conhecimentos científicos, este tipo de exposição se torna um dos focos do presente trabalho. Nele, investiga-se o uso dessas exposições itinerantes em escolas de Educação Básica.

Essa investigação acerca dessas exposições parte de uma análise dos tipos de espaços educacionais que as mesmas retratam. Esses espaços são classificados pelos pesquisadores em três tipos fundamentais: espaço formal, espaço informal e não-formal de ensino. Os espaços formais de ensino são as escolas e outros ambientes que abrigam o ensino institucionalizado, ou seja, apresentam um currículo de conteúdos pré-selecionados. Já os espaços informais e não-formais retratam um ensino fora desses espaços institucionalizados do ensino formal, acontecendo, portanto, no caso do ensino informal em lugares carregados de valores culturais como clubes, igrejas, bairros, etc. E no caso do espaço não-formal o ensino acontece em locais que permitam a construção de processos abundantes em troca de experiências com ações coletivas como museus e exposições itinerantes (Gohn, 2006)

A utilização desses espaços como metodologia de ensino de ciências e de divulgação científica, tem causado divergência nas opiniões de pesquisadores. Existem aqueles, como Marques (2002), que defendem a ideia de que a educação em ciências deve somente ocorrer nas escolas com seus procedimentos e regras próprias, e outros como Rocha (2008, p. 62) que são a favor de uma maior utilização de espaços não-formais para o ensino de ciências em decorrência do crescente volume de conteúdos disciplinares encarregados à escola, logo uma parceria com outros espaços se tornaria justificável.

Nessa perspectiva, Cascais & Terán (2011) defendem a ideia de que a escola incorpore as atividades de visita a espaços de divulgação científica em seu planejamento anual como parte do processo de ensino e aprendizagem e não somente como atividade complementar ou de lazer.

Para Vieira (2005, p. 21 *apud* CASCAIS & TERÁN, 2011) a educação não-formal é toda aquela que acontece fora do ambiente escolar, podendo ocorrer em vários espaços, institucionalizados ou não:

Assim, a educação não-formal pode ser definida como a que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços como museus, centros de ciências, ou qualquer outro em que as atividades sejam desenvolvidas de forma bem direcionada, com um objetivo definido.

Ainda que a educação não-formal, no formato de Museus e Centros de Ciências, tenha sido investigada por outros autores, como por exemplo Gaspar (1993), na perspectiva de

permitir a aprendizagem de conceitos científicos no contexto da divulgação da ciência e tecnologia, há a necessidade dos alunos se deslocarem até o local público em que a exposição está ocorrendo e, por isso, não há exclusividade da turma desses educandos em desfrutar da exposição. Sendo assim, uma exposição itinerante no espaço educacional em que a turma tem vínculos já desenvolvidos com o espaço físico, com os colegas, com os professores, sugere algumas vantagens que justificam, preliminarmente, essa pesquisa.

Nessa perspectiva, o presente trabalho levou duas exposições itinerantes para duas escolas públicas do estado de São Paulo, sendo uma apresentação dessa atividade em cada instituição de ensino, a fim de investigar, sob a perspectiva da teoria sociointeracionista de Vigotski, constructos de Wertsch (1984) e o estudo sobre as emoções de Gaspar e Monteiro (2007), aspectos da interação social dos alunos do Ensino Fundamental e suas emoções.

Para atingir tais objetivos, esta dissertação começará com uma discussão sobre a definição de alfabetização científica destacando os importantes atributos que um indivíduo alfabetizado cientificamente deve apresentar para adquirir uma cultura científica e tecnológica (SASSERON e CARVALHO, 2011). Em seguida, uma significação do termo divulgação científica, evidenciando seus objetivos de uma sociedade mais crítica e consciente, faz-se necessária neste trabalho, pois é através dela que a alfabetização científica pode chegar à sociedade e mais especificamente à Educação Básica. Finalizando o primeiro capítulo, será apresentado um dos pontos centrais deste trabalho que é a Exposição Itinerante, sua definição, bem como seus objetivos e vantagens em promover a divulgação científica junto a educação em ciências.

No segundo capítulo serão apresentados os três espaços de ensino: formal, informal e não-formal, destacando suas diferenças e implicações sobre o processo de aprendizagem que ocorre nos mesmos. Ainda nesse capítulo, serão sugeridos os seguintes referenciais teóricos para a análise de atividades desenvolvidas no presente trabalho, sendo eles: a teoria de Vigotski, com os constructos de Wertsch (1984) e os referenciais Monteiro e Gaspar (2007) com seu estudo sobre as emoções, sob a perspectiva vigotskiana, dentro do contexto de atividades pedagógicas em sala de aula.

A metodologia de pesquisa será apresentada no terceiro capítulo. Nele serão destacadas as etapas seguidas pelo autor deste trabalho para montar as exposições itinerantes dentro do espaço formal de ensino, das dificuldades de planejamento ao procedimento de coleta de dados. Logo em seguida, serão discutidos aspectos pertinentes levantados pela atividade de exposição

realizada sob a perspectiva dos referenciais sugeridos anteriormente. Por fim, uma estruturação das considerações finais será apresentada para encerrar o trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alfabetização Científica e Divulgação da Ciência

Quando se estuda as literaturas relacionadas ao Ensino de Ciências é comum se deparar com o conceito de alfabetização científica. Este conceito, apesar de ser moderno, apresentou uma pluralidade semântica considerável no meio acadêmico, devido às línguas e culturas nas quais ele foi definido e caracterizado.

As expressões “Enculturação científica”, utilizada pelos autores como Mortimer e Machado (1996), “Letramento Científico”, utilizada por autores como Santos e Mortimer (2001), e por fim, “Alfabetização Científica”, utilizada por autores como Brandi e Gurgel (2002), são indicativos desta pluralidade semântica supracitada. Todas essas abordagens, apesar de apresentarem alguns enfoques diferentes, se assemelham no fato de buscarem o domínio e o uso dos conhecimentos científicos na formação crítica e cidadã dos estudantes em suas diferentes esferas sociais (SASSERON e CARVALHO, 2011).

Apesar dos pesquisadores nacionais, no cerne de suas discussões levantadas, apresentaram as mesmas preocupações com o Ensino de Ciências, elas se diferenciam em alguns pressupostos e justificações. A preferência pelo termo “Letramento Científico” por parte de muitos autores nacionais advém da definição de letramento defendida por dois grandes pesquisadores da Linguística, como: Angela Kleiman e Magda Soares, que definem letramento como: “(...) resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (SOARES, 1998 *apud* SASSERON E CARVALHO, 2011, p.18). Já para Kleiman letramento é o: “conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos” (KLEIMAN, 1995 *apud* SASSERON E CARVALHO, 2011, p. 19). Essas duas definições ressaltam o carácter prático desse termo, em que o indivíduo através da sua interação com o mundo estabelece se está ou não com os conceitos científicos e tecnológicos consolidados. Para o presente trabalho um termo mais delimitado pelos processos cognitivos relacionados ao ato do indivíduo interagir com novos conceitos científicos afim de alicerçá-los na sua prática cotidiana, faz-se necessário.

A expressão “Enculturação Científica”, que assim como “Letramento Científico”, conquistou adeptos no meio acadêmico graças ao seu pressuposto de que os alunos possuem, além da cultura oriunda de diversos segmentos sociais a eles pertencentes, a possibilidade de

ingressar numa cultura que discute ideias, conceitos e noções científicas (SASSERON e CARVALHO, 2011). Contudo, por mais que essa expressão defina o conceito ideológico almejado por este trabalho, ainda há uma expressão mais global e abrangente: Alfabetização Científica.

Essa expressão “Alfabetização Científica” quando definida pelos autores Sasseron e Carvalho (2011), a partir de uma leitura de Paulo Freire (1980), fica mais clara e de fácil entendimento. Eles afirmam: “*A alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca*”. Portanto, acreditamos que a expressão “Alfabetização Científica”, de certa forma, engloba as outras expressões supracitadas, representando um conceito mais amplo para ideias que pretendem conscientizar os alunos a interagirem com uma nova forma de enxergar o mundo e seus fenômenos, uma nova cultura, podendo, através dos conhecimentos científicos, mudá-los de forma mais responsável (SASSERON e CARVALHO, 2011).

Ainda sobre o conceito de Alfabetização Científica, cabe-nos enfatizar os trabalhos de Gérard Fourez (1994), que discutem três objetivos principais da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), que são: a autonomia do indivíduo, a capacidade de comunicação com os outros (entre indivíduos) e o gerenciamento do seu entorno.

Para esse autor, alguns conhecimentos favorecem a formação da autonomia dos indivíduos, pois permitem que os mesmos sejam capazes de representar situações concretas e tomar decisões razoáveis e racionais frente a uma série de situações problemáticas encontradas em seu cotidiano. Em contrapartida, alguns conhecimentos são superficiais, ou seja, não tem muita profundidade ideológica, portanto acabam criando certa dependência ao invés de autonomia frente aos especialistas, sendo estes os detentores do conhecimento pleno. Conclui-se então que a autonomia assume um papel de critério para julgar se determinados conhecimentos estão gerando mais dependência ou não frente aos especialistas e trata-se, portanto, de um dos objetivos da ACT.

Em busca do segundo objetivo destacado por Fourez (1994), que é a capacidade de comunicação entre os indivíduos, destaca-se o processo de teorização, ou seja, o processo cognitivo de construção de uma teoria. Neste processo os indivíduos edificam suas concepções científicas acerca de fenômenos naturais, por exemplo, e as moldam em teorias entendíveis com o intuito de se comunicar com outras pessoas. A teoria aparece então como uma mediação

dentro da comunicação humana, estabelecendo uma base para o diálogo e para o debate ético. Quanto melhor for o processo de teorização, melhor será a troca de conhecimentos científicos entre os indivíduos.

O terceiro objetivo, que é a capacidade do indivíduo de gerenciar o seu entorno, está relacionado com o sentido de poder que as ciências suscitam. Uma vez que o conhecimento científico está longe de atingir a neutralidade, ele permite ao indivíduo agir sobre o mundo a sua volta a fim de potencialmente transformá-lo.

Após definir os objetivos da ACT, entendemos que um indivíduo alfabetizado cientificamente e tecnologicamente é um indivíduo cujos saberes lhe permitem certa autonomia, certa capacidade de se comunicar e certo domínio e responsabilidade com o seu entorno. Torna-se necessário saber por quais critérios sabemos que uma pessoa está alfabetizada sob essa perspectiva científica e tecnológica. A partir de uma análise da obra de Gérard Fourez (1994), podemos conhecer esses critérios.

O primeiro critério que Gérard Fourez (1994) propõe em sua obra é a capacidade de julgar o conhecimento fornecido pelos especialistas. Esse critério parte da premissa de que na sociedade sempre haverá aqueles que detêm um maior conhecimento de um determinado assunto, logo cabe à ACT desenvolver nas pessoas, que não são os especialistas, o senso crítico a fim de questionar e julgar os especialistas quando estão abusando do saber ou não, por exemplo. O segundo critério destacado pelo autor, seria o bom uso das “caixas-pretas”. Essas caixas representam questões abertas ligadas a conhecimentos específicos da área científica e tecnológica que, muitas vezes, são desconhecidos. Porém, são presentes na busca dos indivíduos pelos conhecimentos que lhes tornarão alfabetizados sob essa perspectiva tecnológica e científica.

O processo de abertura dessas caixas significa a esses indivíduos a necessidade de se aprofundar nesses conhecimentos específicos visando criar modelos ideológicos. Esses modelos, por sua vez, são construídos correlacionando fatos científicos e tecnológicos já conhecidos com o objetivo de gerar explicações para solucionar as questões abertas, chamadas por Fourez (1994) como caixas pretas, que anteriormente não tinham uma explicação satisfatória. Esse processo demanda certo esforço por parte desses indivíduos, portanto, saber quando se abrir uma caixa-preta é essencial para a ACT, pois representa todo um processo de construção de um conhecimento frente a uma problematização. Entretanto para que a abertura da caixa-preta seja feita são necessários conhecimentos prévios sobre os conceitos teóricos que

permeiam as caixas-pretas. Estes conhecimentos prévios recebem o nome, pelo autor, de pré-requisitos.

Fourez destaca, ainda, um terceiro critério que seria definido pelo bom uso de modelos simples. Estes modelos são pertinentes ao contexto da problematização e tem por objetivo evitar confusões nos processos de teorização sem deixar de aprofundar na situação. Em suma, tais modelos facilitam a abertura das caixas-pretas, pois sua modelagem simples representa uma boa ferramenta no aprofundamento de questões complexas. O quarto critério, que está relacionado com o terceiro, representa a utilização e a criação de modelos interdisciplinares. O autor argumenta que diversos assuntos cotidianos contêm inúmeros conhecimentos oriundos de diversas disciplinas.

O bom uso das metáforas ou comparações representa o quinto critério destacado pelo autor, em que, segundo ele, a origem dos conceitos científicos se deu em um discurso metafórico, em outras palavras, nossos conceitos científicos tiveram como origem de seu significado o discurso conotativo. Essencialmente, saber utilizar essas metáforas ou comparações é saber verbalizar conhecimentos científicos, muitas vezes de difícil entendimento, de uma forma mais inclusiva, utilizando para isso a linguagem figurada. Ainda sobre este assunto, Fourez destaca a importância de salientar para os alunos que a riqueza das metáforas deve estar socialmente estabilizada em contextos adequados.

O sexto critério é o bom uso da tradução, em que, para se estudar um determinado problema, é necessário traduzi-lo, bem como os conceitos científicos que o delimitam, de um contexto a outro. Esses processos de tradução são essenciais para a construção da ciência, pois garantem uma maior emancipação de conceitos científicos, sendo, portanto, semelhante à crença ligada às tecnologias, em que uma demanda social pode se traduzir em um dispositivo prático concreto. Importa, pois, saber como os pensamentos científicos estão ligados a uma rede de traduções.

O bom uso das negociações é importante quando concluímos que as práticas e técnicas científicas são produtos destas mesmas negociações. Um alfabetizado em ACT deve ser alguém capaz de negociar com as informações científicas e técnicas e não simplesmente aceitá-las passivamente, ou seja, por mais que aquele que esteja transmitindo os conceitos científicos e tecnológicos seja convincente, o alfabetizado na ACT ao se sentir em desacordo ideológico com o transmissor de conceitos, deve questioná-lo a fim de aprofundar os seus conhecimentos. Esse representa o sétimo critério.

O bom uso de articulações entre conhecimento e decisão representa o oitavo critério. Uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnicamente deve saber utilizar seus conhecimentos acerca de um determinado assunto e tomar decisões socialmente responsáveis, com o objetivo de garantir os direitos éticos, políticos e sociais de todos.

O último critério representa o bom uso dos debates técnicos, éticos e políticos. Um alfabetizado na ACT deve utilizar seus modelos científicos ou tecnológicos durante suas tomadas de decisões, sem confundir o debate ético, conflito de valores e crenças, o debate técnico, conflito entre posturas impactantes, e o debate político, conflito que objetiva um compromisso com todos os grupos sociais.

Todos esses critérios têm sido estudados ao longo dos anos, para adequar o Ensino de Ciências às exigências da ACT. Nestes estudos muitos pesquisadores se aprofundaram nestes critérios propostos por Fourez objetivando compreendê-los melhor. Fundamentados nesse autor, Sasseron e Carvalho (2011) apresentam em seu trabalho os requisitos que uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente deve ter segundo a Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA):

- Saber integrar valores e utilizar conhecimentos científicos para tomar decisões responsáveis no dia a dia.

- Compreender que a sociedade controla as tecnologias e as ciências, sendo a sociedade um reflexo de suas ciências e tecnologias.

- Reconhecer que para o progresso do bem-estar humano há limites para a utilidade das ciências e tecnologias.

- Ser capaz de aplicar os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas além de conhecê-los.

- Appreciar a estimulação intelectual suscitada pelas ciências e tecnologias.

- Compreender que os processos de pesquisa e de conceitos teóricos influenciam diretamente a produção de saberes científicos.

- Estabelecer a distinção entre opinião pessoal e resultados científicos.

- Reconhecer o carácter provisório dos saberes científicos, sendo estes sujeitos a mudanças a depender dos resultados acumulados.

- Compreender as utilizações ligadas às tecnologias e as decisões decorrentes dessas utilizações.

- Reconhecer o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

- Desenvolver uma visão de mundo mais rica e interessante através de uma formação científica mais sólida.

- Saber consultar as fontes validas de informação tecnológica e científica quando em uma situação de tomada de decisão.

Diante de tantas características essenciais que um alfabetizado cientificamente deve ter, temos que enfrentar o grande desafio que é elaborar o Ensino de Ciências de modo que essas características pouco a pouco vão se integrando ao contexto da sala de aula e os alunos sejam alfabetizados sob essa nova perspectiva da ACT.

Para tanto, essa alfabetização pode ser aperfeiçoada através da divulgação científica, que assim como a alfabetização científica possui diversos termos parecidos como vulgarização da ciência, disseminação da ciência, jornalismo científico, etc. Tais termos são por vezes usados indistintamente por suas proximidades terminológicas, entretanto se diferem, mesmo que pouco, quanto aos objetivos e motivações das atividades que eles definem (MENDES, 2006). Por exemplo, o jornalismo científico utiliza muitas vezes o sensacionalismo em suas obras literárias, desvirtuando determinados conceitos científicos e tecnológicos, a fim de atrair a atenção dos leitores. Já a disseminação da ciência se dedica a transferência de informações científicas de forma fidedigna ao conhecimento gerado pelos pesquisadores, sem nenhum objetivo mercantilista.

Já o termo divulgação científica atende melhor as expectativas do presente trabalho. Mendes (2006) a define como a reelaboração dos conhecimentos científicos e tecnológicos geralmente para o público leigo, atentando sempre para a união de tais conhecimentos com um discurso lúdico e sensível, procurando despertar o interesse para qualquer que seja o tema, apesar de existirem obras literárias divulgadoras que se dedicam a públicos mais específicos como os próprios cientistas, formadores de políticas públicas, etc. Devido a essa natureza mutável da divulgação científica, ela apresenta diversos objetivos que orientam a sua confecção. Segundo Bragança Gil (1988 apud MENDES, 2006) estes objetivos são:

- Cívico: Os conhecimentos científicos e tecnológicos estão cada vez mais presentes no cotidiano dos cidadãos. Diante desse fato esse objetivo da divulgação científica se propõe a

desenvolver uma consciência mais profunda e crítica a respeito de questões ambientais, sociais e econômicas a respeito desses conhecimentos na sociedade.

- Mobilização popular: Um cidadão devidamente instruído acerca de conceitos científicos e tecnológicos consegue estender sua possibilidade de participação social na formulação de políticas públicas. A divulgação científica procura estabelecer este tipo de instrução.

- Educacional: Esse objetivo da divulgação científica, por vezes é confundido com educação científica. Sua definição se concentra em estender os conhecimentos e a compreensão do público leigo acerca do processo científico e sua lógica, a fim de se estimular a curiosidade científica e a procura por soluções sustentáveis para problemas relacionados com fenômenos científicos.

Além desses objetivos supracitados, há também as funções que a divulgação científica desempenha na sociedade, sendo estas: informativa, educativa social, cultural, econômica, política e ideológica (BUENO, 1985 apud MENDES, 2006). Todas essas funções marcam a contribuição que a divulgação científica tem para as transformações sociais, garantindo, portanto, a chamada democratização da ciência, em que a população intervém sensivelmente nos processos decisórios ligados a ciência e tecnologia (MENDES, 2006).

Diante da importância que a divulgação da ciência, juntamente com a alfabetização científica, podem ter para a sociedade, torna-se necessário incorporar atividades de divulgação científica no ensino de ciências. Essas atividades podem ocorrer no contexto da educação formalizada seguindo orientações de um currículo básico, ou em outros espaços educacionais como os museus, centros de ciência, exposições itinerantes, etc. Dentre esses espaços educacionais, cujo ensino não é formalizado, o presente trabalho se concentrará nas exposições itinerantes.

As exposições itinerantes possuem uma definição muito próxima à definição de museus e centros de ciência. Estes são definidos como instituições científicas, culturais e educativas que, através do lazer, possibilitam a aprendizagem motivada pela curiosidade e ludicidade que o ambiente de exposição desperta no visitante (CERATI E SIAO, 2011). Já as exposições itinerantes, apesar de apresentarem uma exposição planejada como os museus e centros de ciência, não estão fixas em um determinado espaço físico, podendo se instalar em diferentes municípios, edifícios, etc (OLIVEIRA, SILVA & MONTEIRO, 2014).

Como em qualquer exposição, há sempre uma preocupação dela estar atrativa para chamar a atenção dos visitantes. Nessa perspectiva, os autores Teixeira, Steinicke e Muramatsu (2009) apresentam algumas características dos experimentos que compõem as exposições itinerantes, que parecem torná-los mais atraentes aos visitantes. São elas (p.2):

1. Interatividade: característica extremamente importante no experimento. Um experimento interativo, onde os visitantes realmente “põem a mão na massa” melhoram a relação do visitante não só com o aparelho, mas também com o próprio museu. Geralmente pessoas comuns ou mesmo alunos que visitam o museu, atualmente, não têm contato com trabalhos manuais, têm na maioria das vezes dificuldade em desempenhar algum papel onde a habilidade manual é exigida. Tocar o experimento, interagir com ele e observar o fenômeno ilustrado fazem o visitante prestar mais atenção ao experimento, nos processos que fazem acontecer o fenômeno. Experimentar e estimular os cinco sentidos é sempre uma sensação interessante e, às vezes, inesquecível para o visitante.

2. Impacto: um experimento “impactante” chama atenção do visitante. Aspectos que mexem com a sensação visual, auditiva ou até mesmo física do visitante (como belos fenômenos coloridos, surpreendentes como um choque elétrico pequeno, sonoros como um instrumento musical feito com materiais simples) aguçam a curiosidade e a vontade de observar mais de perto experimentos desse tipo. Este é um atrativo intrínseco do experimento que melhora a apresentação do experimento ou mesmo a interação deste com o visitante.

3. Múltiplas ligações: experimentos que conseguem ligar diversas áreas do conhecimento trazem consigo diversas formas de questionar. Um experimento que suscita diversas questões (não diversas respostas) pode fazer o visitante sair da exposição mais curioso acerca do experimento e do fenômeno que ele ilustra. Isso leva o visitante a procurar mais conhecimento, que pode não ser a intenção deste museu.

4. Simplicidade: experimentos mais simples e que não trazem elementos escondidos na sua confecção (caixas-pretas) podem ser muito mais envolventes ao visitante, pois ele pode ver as partes que o compõe e até mesmo criar modelos explicativos não só sobre o funcionamento do experimento, mas também sobre a geração do fenômeno ilustrado por ele.

5. Desafio: capacidade que o instrumento tem de gerar questões e desafios a serem resolvidos. Quando o visitante é desafiado, a formulação de hipóteses feita por ele acarreta num raciocínio lógico e, conseqüentemente, em um aumento da cultura científica aplicada no experimento em questão.

Fora esses atributos supracitados, Teixeira e Muramatsu (2013, p.6) dissertam ainda sobre três perspectivas fundamentais pelas quais um experimento pode oferecer um choque emocional ao indivíduo que está interagindo com o mesmo:

• **Visual:** que acontece quando o visitante se surpreende com a beleza de alguns experimentos ou fenômenos contemplados sem a interação, que neste caso se torna uma subcategoria desta principal, o **contemplativo**, ou quando o visitante tem que interagir para que observe o efeito visual, que categorizamos como **interativo**.

- **Auditivo:** que também pode ser **contemplativo**, quando o som é emitido naturalmente por objetos, como esculturas sonoras ou ruídos emitidos por experimentos em funcionamento, ou **interativo**, quando o visitante tem que manipular o objeto para que este emita um som.
- **Táctil:** que ocorre quando há sensações de choque ou vibração, por exemplo, decorrentes de uma interação com algum experimento.

A exposição itinerante pode representar um meio para o ensino e disseminação da ciência e pode ser empregada dentro da escola, vinculada às atividades escolares, no espaço comum aos alunos e professores. Com esse intuito, faz-se necessária a análise a partir de um referencial teórico que a fundamente de forma mais ampla.

2.2. A Teoria de Vigotski, o Espaço Formal, Informal e Não-formal de Ensino

A educação é um longo processo que se estende por uma grande parcela da vida de muitos cidadãos. Tendo isso em mente, o ensino deve se dar de diversas maneiras, pois somente o chamado ensino formalizado não dará conta de atender todas as exigências pedagógicas sozinho. Logo, faz-se necessário explorar novos espaços educacionais para complementar o ensino formalizado.

Gohn (2006, p.28) define três tipos de educação diferentes de acordo com cada um dos três tipos de espaços, formal, informal e não-formal, diferenciando-os:

A princípio podemos demarcar seus campos de desenvolvimento: A educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados; a informal como aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização – na família, bairro, clube, amigos, etc, carregada de valores e culturas próprias, de pertencimento e sentimentos herdados; e a educação não-formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivas cotidianas.

Em outras palavras, a educação formal ocorre nos chamados espaços formais de ensino que são as escolas ou qualquer outra instituição regulamentada por lei, certificada e organizada segundo diretrizes nacionais, em que o ensino tem padrão e normas específicas para ocorrer. A educação não-formal ocorre em espaços coletivos, basicamente pelo compartilhamento de ideias entre os indivíduos, ou seja, o espaço não-formal de ensino tem que ser um espaço comum a várias pessoas, em que os processos interativos são intencionais, os museus, centros de ciência e as exposições itinerantes, se configuram como exemplos desse tipo de espaço. Por

fim, a educação informal ocorre em espaços informais de ensino, sendo necessariamente um espaço com uma carga cultural significativa, podendo ser caracterizados por referências de localidade, nacionalidade, sexo, idade, etnia, religião, etc. (GOHN, 2006).

Aplicando-se esses conceitos de aprendizagem acerca dos espaços educacionais no ensino de ciências, temos diversos autores (MARQUES, 2002; ROCHA, 2008) que defendem a coexistência desses espaços na trajetória pedagógica do aluno. Segundo eles, os grandes avanços científicos e tecnológicos que atualmente a humanidade vem experimentando tem despertado a importância de se ensinar ciências, e ao mesmo tempo têm levantado uma questão importante: como a escola, que detém o ensino formalizado, dará conta de ensinar todos os conceitos científicos que esses avanços vêm suscitando?

A resposta segundo eles é não se ater somente ao espaço formal de ensino e lançar mão de outros ambientes que possam contribuir para uma aprendizagem mais significativa e instigante para os estudantes (MARQUES apud CASCAIS E TERÁN, 2011). Sendo importante a escola integrar essas atividades de visita a espaços de divulgação no planejamento anual das disciplinas, ao contrário de somente visitá-los como atividade complementar de lazer.

Uma vez estabelecida a significação dos centros de ciência, museus e exposições itinerantes como instituições de ensino não-formal e a necessidade da alfabetização científica através da divulgação da ciência, faz-se necessário buscar um referencial teórico específico que explique o processo de ensino-aprendizagem que ocorre nesse espaço não-formal de ensino.

Gaspar (1993) propõe que, apesar de todo experimento proposto ou objeto dentro de uma exposição ser pensado e projetado para transmitir algum tipo de informação ou conteúdo, eles nem sempre seguem indicações de alguma teoria pedagógica, sendo muitas vezes fruto da experiência e intuição de seu criador.

Diferentes referenciais teóricos podem ser utilizados para se investigar a aprendizagem de ciências em espaços não formais, entre eles, um dos que mais se destaca é Jean Piaget. Nas palavras de Gaspar (1993):

A teoria de Piaget tem influenciado decisivamente a tendência mais difundida nos centros de ciências ultimamente, a dos experimentos interativos ou "*hands-on experiments*". Segundo Piaget, a aprendizagem é fruto da interação ativa entre o aprendiz e os objetos, e esta é a base teórica de todas estas iniciativas, que se torna evidente quando observamos a significativa simultaneidade entre a difusão de sua teoria nos Estados Unidos e o incremento de centros de ciências interativos americanos. Outros aspectos da teoria piagetiana, como o

respeito aos estágios de desenvolvimento cognitivo da criança, tem influenciado as atividades propostas. (p. 53)

Em suma, quando o ambiente em que o indivíduo se encontra está apelando para as habilidades sensoriais e motoras do mesmo, propiciando o manuseio de conhecimentos abstratos e concretos ou apresenta aparelhos instrumentais e objetos reais, a teoria de Piaget pode ser aplicada como fundamentação adequada. Contudo, para analisar relações de ensino-aprendizagem em um espaço não-formal, quando focamos os processos interativos socioculturais presentes nestes ambientes, é necessário um referencial teórico que abranja outros pontos, tais como a possibilidade da ocorrência efetiva do processo de ensino-aprendizagem num ambiente não-formal, a viabilidade do ensino não-formal de ciências e uma possível interação entre esse ensino não-formal de ciências com o ensino formal (GASPAR, 1993). Gaspar propõe a teoria sociointeracionista de Vigotski como a mais adequada para o estudo dos processos de ensino e aprendizagem em um Museu e Centros de Ciências e, com base nesta designação, vamos explicar suas principais indicações nessa parte do capítulo.

De acordo com Luria (1989 *apud* GASPAR, 1993) Lev Semenovitch Vigotski nasceu em 5 de novembro de 1896 na cidade de Orsha, Bielorrússia. Obteve graduação com especialização em Literatura na Universidade de Moscou. Sua vida oscilou entre trabalhos como lecionar Literatura e Psicologia e dirigir uma seção de teatro em uma escola de Gomel, entre outros. Somente quando trabalhou no Instituto de Psicologia e no Instituto de Estudos das Deficiências que obteve contato com essa área de anormalidades físicas e mentais, época da sua vida que formulou sua teoria sobre o desenvolvimento mental, entre os anos de 1925 a 1934. Morreu, aos 37 anos, vítima de tuberculose em 11 de junho de 1934.

Apesar de sua morte precoce, sua teoria sociointeracionista foi de grande importância para se entender como ocorre o desenvolvimento cognitivo do ser humano. Nessa teoria, existem três pontos principais que merecem ser destacados, são estes: formulação de conceitos, zona de desenvolvimento proximal e interação social.

Na formulação de conceitos, a teoria de Vigotski exalta a diferença entre dois tipos de conhecimentos: científicos e espontâneos. Os conhecimentos espontâneos são fruto da interação do indivíduo com o ambiente a sua volta, em outras palavras, são conhecimentos construídos de maneira não formalizada. Já os conhecimentos científicos são formulados de maneira sistemática e organizada, como os conhecimentos construídos dentro do espaço formal de ensino (HOWE, 1996 *apud* MONTEIRO, 2002)

Entretanto, apesar da existência de uma diferença entre essas duas concepções de conhecimento ambas são construídas através de um processo cognitivo único. Para Vigotski (2001, p.261):

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos – cabe pressupor – são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem.

Conhecimentos espontâneos são usados muitas vezes pelos indivíduos que estão em formação intelectual, por exemplo, as crianças, sem o entendimento dos mesmos. A explicação para este fato é devido à informalidade presente no processo de construção de tais conhecimentos, ou seja, a criança aplica e opera esses conceitos à vontade, porém não está consciente de seus próprios atos. Já os conhecimentos científicos fazem oposição a tal definição. Estes são construídos começando de sua definição verbal, depois formal, sendo aplicados em operações não-espontâneas, garantindo, portanto, que o indivíduo, logo de início, execute-os em alto nível de dificuldade lógica, fato que o conhecimento espontâneo só consegue em seu estágio final de desenvolvimento (MONTEIRO, 2002).

É inerente ao processo de formação acadêmica da criança que ela oscile na preferência de um tipo de conhecimento para outro, resta saber então como a criança mantém a relação com cada um desses dois tipos de conhecimento. De acordo com Vigotski (2001) as motivações internas que levam as crianças a formar e utilizar conceitos científicos são distintas daquelas que levam à formação e utilização dos conceitos espontâneos, sendo difícil dizer qual tipo de conceito prevalecerá em determinada situação, pois como Vigotski (2001) afirmou:

[...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos e vice-versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos conceitos científicos (VIGOTSKI, 2001, p. 263).

Essa pluralidade de condições, em que a criança oscila na utilização de conhecimentos espontâneos ou científicos, levou Vigotski a postular que, por exemplo, a criança é capaz muitas vezes de formular melhor a Lei de Arquimedes do que o conceito de irmão. Tal fato ocorre em decorrência do ensino formalizado que a criança recebeu acerca da Lei de Arquimedes, sendo

que o conceito de irmão nunca deve ter sido explicado a ela de uma maneira mais sintetizada (MONTEIRO, 2002).

Um dos pontos da teoria postulada por Vigotski trata sobre a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Tal conceito procura explicar como a criança desenvolve seus conhecimentos se baseando numa perspectiva sociointeracionista, ou seja, o ensino ocorre através do relacionamento social entre indivíduos. Gaspar (1993) explica melhor esse conceito:

Para a sua formulação, Vigotski, exemplificando, supõe que duas crianças tenham o nível de desenvolvimento mental de 8 anos, ou seja, que elas possam independentemente realizar tarefas com um grau de dificuldade padronizado para essa idade. Isto levaria as pessoas a acreditar que essas crianças teriam um desenvolvimento mental, subsequente, igual. Mas, se outras tarefas de nível mental superior são propostas a estas crianças, e se lhes oferecermos alguma espécie de assistência ou apoio, verifica-se que o desempenho não é o mesmo. Uma criança, por exemplo, torna-se capaz de realizar tarefas de nível mental de 12 anos, enquanto a outra realiza tarefas de nível mental de 9 anos. Conclui-se então que crianças com o mesmo nível de desenvolvimento mental têm desempenhos diferentes para aprender, sob a orientação de alguém mais capacitado. (p. 66)

Em suma, a zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o desenvolvimento cognitivo atual que o indivíduo apresenta, estabelecendo que tipo de problemas ele poderá resolver sozinho, e o desenvolvimento cognitivo potencial, que estabelece quais problemas o indivíduo conseguiria resolver com a colaboração de um parceiro mais capaz.

A zona de desenvolvimento proximal não ocorre somente na relação aluno-professor, ela pode acontecer numa interação mais complexa como, por exemplo, a interação coletiva de uma sala de aula que está sob a orientação de uma tarefa a ser realizada. Nesse sentido, o professor estabelece uma tarefa com o objetivo de provocar seus alunos a solucioná-la, a fim de que ao interagirem com alguém, que possua o conhecimento para resolvê-la, tal conhecimento seja transmitido ao aluno através de um parâmetro importante: a imitação. (MONTEIRO, 2002)

A imitação segundo Gaspar (1993) configura um importante parâmetro dentro da interação social, como se observa em sua fala:

[...] a imitação, juntamente com o aprendizado, "trazem à tona" qualidades especificamente humanas da mente e levam a criança a novos níveis de desenvolvimento. Na aprendizagem da fala, assim como na aprendizagem das matérias escolares, a imitação é indispensável. O que a criança pode fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã. (p. 65)

Essa relação entre o parceiro mais capacitado e o aprendiz visando o compartilhamento de conceitos recebe o nome de interação social, e vem sendo estudada por diversos autores. Dentre eles podemos destacar Wertsch (1984) que descreve uma forma dessa interação acontecer em indivíduos com diferentes níveis cognitivos. Ele sugere a adoção de três constructos a serem satisfeitos para que a interação social se estabeleça. São estes:

- Definição de situação. É definida como a forma como cada indivíduo entende a tarefa que, supostamente, é a mesma dentro do contexto da interação social.
- Intersubjetividade. Ato de estabelecer ou redefinir a tarefa ou situação proposta entre os integrantes da interação social.
- Mediação semiótica. Representa o conjunto de formas de linguagem que tornam possível a intersubjetividade, no sentido amplo do termo.

Esses constructos são usados por muitos pesquisadores para avaliar diferentes atividades em sala de aula, pois a aprendizagem é consequência da intersubjetividade criada para construir uma mesma definição de situação, através de uma simbologia apropriada e sensível a todos os integrantes de uma sala de aula (MONTEIRO, 2002). Se durante qualquer atividade em sala de aula for identificada a presença desses constructos, pode-se inferir que houve uma interação social com vistas à aprendizagem. Portanto, a investigação desses indícios vem motivando pesquisadores que procuram avaliar atividades pedagógicas.

Os autores como Monteiro e Gaspar (2007), inspirados na teoria de Vigotski, procuraram estudar as emoções propícias à aprendizagem, desencadeadas a partir do processo interativo. Vigotski já considerava as emoções em seus estudos:

Toda emoção é um chamamento à ação ou uma renúncia a ela. Nenhum sentimento pode permanecer indiferente e infrutífero no comportamento. As emoções são esse organizador interno das nossas emoções, que retesam, excitam, estimulam ou inibem essas ou aquelas reações. Desse modo, a emoção mantém seu papel de organizador interno do nosso comportamento. Se fizermos alguma coisa com alegria, as reações emocionais de alegria não significam nada, senão que vamos continuar tentando fazer a mesma coisa. Se fizermos algo com repulsa, isto significa que no futuro procuraremos por todos os meios interromper essas ocupações. Por outras palavras, o novo momento que as emoções inserem no comportamento consiste inteiramente na regulação das reações pelo organismo. (VIGOTSKI, 2001, p. 139)

Assim como Vigotski, diversos pesquisadores fizeram importantes contribuições nessa área do estudo das emoções. Buck (1999 *apud* MONTEIRO e GASPAR, 2007) propõe uma

espécie de escala de afetos emotivos de mais alto nível: sociais (orgulho, culpa, vergonha, pena, desdém, ciúme e inveja); cognitivos (interesse, desinteresse, curiosidade e surpresa) e morais (entusiasmo e indignação). A partir da análise do trabalho de Buck sob a ótica da teoria de Vigotski, Monteiro e Gaspar (2007) propõem em seu trabalho uma categorização das emoções observadas na sala de aula, associando emoções positivas, isto é, as que incentivam o processo interativo com vistas à aprendizagem, e as negativas que dificultam o processo interativo. Esses conceitos estão melhor explicados na Tabela 1:

As emoções agem como um recurso sobre a interação social, reforçando-a ou atenuando-a. Portanto gerar emoções positivas pode fazer a diferença no processo interativo desencadeado pela atividade pedagógica (GASPAR & MONTEIRO, 2007).

Emoções Positivas	Respeito	Consideração pelo que se fala ou se propõe. Sentimento de se reconhecer na atividade proposta algo importante e digno de atenção.
	Surpresa	Admiração por uma descoberta, um entendimento, um insight. Maravilhar-se com algo ou situação inesperada.
	Indignação	Manifestação de inconformismo com situações que não ficaram claras ou se apresentaram mal explicadas ou com explicações incompletas.
	Solidariedade	Manifestação de comprometimento com as atividades e com o auxílio aos demais interlocutores envolvidos.
Emoções Negativas	Indiferença	Falta de consideração para o que se fala ou se faz. Não há reconhecimento na atividade proposta de algo útil ou importante.
	Embaraço	Manifestação de mal-estar ou constrangimento por desempenhar determinada atividade, seja por inibição ou medo de expor-se.
	Frustração	Manifestação de decepção por se sentir incapaz de realizar algo ou insatisfação com alguma característica da atividade proposta.

Tabela1 – Emoções positivas e negativas.

Fonte: adaptado de Monteiro e Gaspar (2007)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. Considerações iniciais

O presente trabalho apresenta neste capítulo a metodologia de pesquisa de duas atividades planejadas que ocorreram junto a duas escolas públicas do interior do estado de São Paulo, sendo que em cada escola foram apresentadas exposições itinerantes que adentraram o espaço escolar. Os dados da atividade de exposição itinerante na primeira escola foram apresentados e discutidos na qualificação do presente trabalho, contudo, por ela ter levantado importantes considerações que a implementação desse tipo de atividade suscita, sua descrição e posterior análise se fará presente neste trabalho também. Essa decisão é necessária, pois a segunda e definitiva atividade foi planejada tendo em vista que a primeira não atendeu de maneira muito clara os objetivos da pesquisa.

Nas duas atividades, os sujeitos da pesquisa foram alunos do último ciclo, do Ensino Fundamental II, dessas duas escolas públicas. A motivação para aplicar esse trabalho com alunos desse ciclo vem da importância de introduzir a Física nos anos iniciais da vida desses jovens, pois nessa faixa etária a curiosidade e a motivação para investigar encontram-se mais aguçadas. Se essa curiosidade for bem trabalhada poderá gerar afeição pelos conhecimentos científicos e diminuir as dificuldades acadêmicas enfrentadas por esses alunos no futuro (COLOMBO, LOURENÇO, SASSERON e CARVALHO, 2012). Pensando nisso, as exposições foram planejadas contendo diversos experimentos científicos dentro do espaço escolar, abordando conceitos de eletromagnetismo, óptica, mecânica, etc.

Toda a movimentação nessas duas exposições foi vídeo-gravada a fim de servir como análise do processo interativo desencadeado bem como a verificação do aspecto emocional dos alunos. Essa forma de coleta de dados foi baseada no trabalho de Lucas e McManus (1986, apud GASPAR, 1993) que coloca as vídeo-gravações do comportamento e diálogo dos visitantes, e sua posterior análise, como uma maneira satisfatória de obtenção de resultados mais genuínos, ou seja, resultados sem alteração da ação dos pesquisadores, contudo esses autores destacam ser este um procedimento cheio de obstáculos.

Os seguintes quesitos, destas escolas, vinham ao encontro dos objetivos do presente trabalho:

- Possuíam alunos do 8º e 9º ano;

- Tinham interesse, das gestões e dos professores de ciências, no projeto;
- Apresentaram um espaço físico adequado para a montagem da exposição;
- Disponibilizaram tempo nas suas grades horárias para a aplicação da atividade.

Apesar de atenderem aos mesmos pré-requisitos, as duas escolas sediaram exposições itinerantes distintas no tocante aos dados levantados em cada uma das atividades por elas recepcionadas. Portanto, uma análise separada de cada uma das atividades se faz necessária, sendo assim Atividade 1 será o nome dado para primeira exposição itinerante realizada de forma cronológica e Atividade 2 a segunda.

Para realizar as análises da Atividade 1, os alunos foram nomeados da seguinte forma: A1, B1, C1 e assim sucessivamente. Já a Atividade 2 ocorreu em duas turmas distintas, assim nomeadas: Turma 1 e Turma 2. Logo, seus alunos foram nomeados da seguinte forma: Turma 1 – Aluno A, B, C e assim sucessivamente e Turma 2 – Aluno AA, AB, AC e assim sucessivamente, nomenclaturas que aparecerão no capítulo de análise de dados e nas transcrições do Anexo B.

3.2. Atividade 1

O local da aplicação da Atividade 1 foi uma das escolas públicas parceiras, situada na cidade de Guaratinguetá, interior de São Paulo, no dia 18/11/2015, onde foi realizada a exposição itinerante sobre o Ano Internacional da Luz. Este tema está vinculado a uma iniciativa mundial que ocorreu no ano de 2015 e que procurou conscientizar a população acerca da importância da luz e tecnologias que envolvem conceitos da óptica.

Os alunos oriundos de uma turma do 8º ano e uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental ficaram livres para percorrer a exposição simultaneamente durante um tempo de aproximadamente uma hora e meia, sendo que foram selecionados alunos de graduação em física da FEG- UNESP ligados ao projeto, juntamente com o professor orientador do trabalho, para se posicionarem perto dos instrumentos a fim de interagirem com os alunos da escola sempre que solicitados. Toda a exposição foi vídeo-gravada por uma única câmera operada por um desses alunos de graduação e ao final da atividade o professor orientador do projeto se colocou à frente dos alunos da escola e discutiu com eles os conceitos científicos que eles haviam observado durante a exposição. A aplicação da atividade conseguiu ser planejada utilizando experimentos que abordavam conceitos de eletromagnetismo, mecânica e óptica, sendo que alguns dos experimentos utilizados nesta Atividade estão presentes no Anexo B,

como **Mirage 3D**, **Máquina de Wimshurst**, **Arrasto Eletromagnético**, **Periscópio**, entre outros.

Essa Atividade 1 levantou importantes considerações sobre a proposta do presente trabalho, pois além de mostrar a importância da exposição itinerante como elemento desencadeador de um processo de interação social e de emoções positivas ao ensino ciências, mostrou também algumas dificuldades ligadas à implementação desse tipo de atividade.

A primeira dificuldade começa pela qualidade da câmera utilizada para a gravação áudio visual. A câmera utilizada não se mostrou adaptada para um ambiente aberto com constantes correntes de ar e ruídos diversos, que comprometeram a captação sonora das gravações pelo microfone da câmera, com isso muitas das falas dos alunos ficaram comprometidas. O mais aconselhável seria a utilização de diversas câmeras, adaptadas para evitar a poluição sonora, posicionadas em diferentes pontos da exposição para captar o máximo possível da interação dos alunos com os experimentos. O posicionamento da câmera também requereu destaque, pois o aluno bolsista que operou a câmera, em várias ocasiões, se posicionou longe da exposição dificultando a captação dos dados áudio visuais.

Todos esses aspectos negativos supracitados reduziram sensivelmente a quantidade e qualidade de dados coletados que poderiam ser úteis para a análise da exposição itinerante, a ponto de não serem possíveis transcrições. Contudo muitos experimentos como **Mirage 3D**, **Máquina de Wimshurst** e **Arrasto Eletromagnético** apresentaram um considerável aspecto lúdico ao abordarem conceitos científicos e, concomitantemente, as poucas falas dos alunos e os indícios de emoções captados pela câmera mostraram evidências do benefício que esse tipo de exposição tem para o ensino de ciências.

3.3. Atividade 2

Tendo em vista todos esses atributos positivos e negativos da Atividade 1, começamos o planejamento da Atividade 2 com o propósito de atender de forma mais clara os objetivos do presente trabalho, gerando assim dados suficientes para uma análise mais minuciosa visando considerações mais profundas acerca da implementação desse tipo de atividade e sua contribuição para ensino de ciências sob a ótica sociointeracionista de Vigotski e as emoções no contexto escolar.

Sendo assim, a Atividade 2 foi organizada com 14 experimentos que abordavam conceitos de mecânica, óptica, eletromagnetismo e termologia, sendo que os principais critérios

de escolha foram a fácil contextualização entre os conceitos científicos abordados por esses experimentos e os conceitos científicos estudados pelos alunos através do ensino formal, e as observações da Atividade 1 que mostraram aqueles experimentos mais requisitados pelos alunos devido ao seu carácter lúdico, logo a presença deles na Atividade 2 ficou justificada. Uma lista contendo esses experimentos está presente no Anexo B deste trabalho, nele há fotos e uma breve explicação sobre eles. Somente os experimentos **Centro de Massa** e **Ebulioscópio de Franklin** não contêm foto, contudo há uma descrição detalhada sobre os mesmos.

Essa atividade aconteceu no dia 01/12/16 durante as aulas da professora de ciências das turmas envolvidas na exposição. Os experimentos foram implementados no pátio da escola em largas mesas disponibilizada aos alunos durante os intervalos de aula. A Figura 1 mostra a montagem dos experimentos no local.



Figura1 – Montagem dos experimentos no ambiente da escola.

Fonte: Autor próprio

Cada um dos experimentos ficou disposto um ao lado do outro de forma que os alunos formassem uma espécie de fila para interagir com eles e a dinâmica da exposição ocorresse de forma organizada. Ao todo foram duas turmas do 9º ano do horário vespertino que percorreram a exposição, sendo uma de cada vez, para não ocorrer tumultos durante a visita. Cada turma tinha aproximadamente 25 alunos. A primeira turma que percorreu a exposição Itinerante receberá o nome de Turma 1, e a segunda de Turma 2. Ambas mantinham poucas diferenças entre si, tinham aproximadamente o mesmo número de alunos e recebiam aulas de ciências do mesmo professor.

Além do autor deste trabalho, também participaram da exposição dois bolsistas, alunos de graduação em física da FEG- UNESP, que ficaram dispostos ao longo dos experimentos com o objetivo de estimular os alunos a interagirem e conjecturarem explicações sobre os conceitos científicos tratados, bem como sanar as possíveis dúvidas e considerações que os estudantes ali presentes adquirissem no decorrer do processo.

Para coletar os dados, utilizamos novamente apenas uma única câmera gravadora de áudio e vídeo, contudo essa nova câmera foi adaptada para ambientes com poluição sonora. A filmagem foi realizada pelo autor deste trabalho que, além de organizar, participou ativamente da exposição e, com essa nova posição da câmera, foi possível armazenar importantes diálogos que os alunos apresentaram entre si e com os expositores, bem como os indícios de emoções ao longo da exposição.

3.4. Considerações finais

As análises das vídeos-gravações da Atividade 1 e Atividade 2 ocorreram sob a perspectiva dos constructos de Wertsch (1984) e das categorizações das emoções propostas por Monteiro e Gaspar (2007), e teve o objetivo de investigar o processo interativo e os indícios de emoção observados nos alunos.

A Atividade 1, em virtude dos atributos negativos da vídeo-gravação, não atendeu de forma clara aos objetivos do presente trabalho, apresentando poucos dados para a análise e nenhuma transcrição.

Tendo em vista os empecilhos da vídeo-gravação da Atividade 1, a Atividade 2 foi planejada a fim de minimizar tais problemas. Desta forma, atendeu aos anseios do presente trabalho de maneira mais objetiva, apresentando mais dados para a análise e transcrições.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Considerações iniciais

Neste capítulo o presente trabalho irá analisar os dados mais pertinentes levantados durante a realização das duas atividades de exposição itinerante. Essas análises serão sob a perspectiva sociointeracionista de Vigotski, constructos de Wertsch (1984) e a categorização das emoções de Monteiro e Gaspar (2007) que, assim como propõe os objetivos desse trabalho, irão investigar os aspectos da interação social e as emoções dos alunos durante a aplicação dessas exposições itinerantes no espaço da escola.

4.2. Análises da Atividade 1

Para realizar a análise dos dados da Atividade 1, é necessário fazer certas considerações prévias. Dentre elas destaca-se o comprometimento da captação dos diálogos que os alunos tinham entre si, com os alunos bolsistas e o professor orientador, devido à presença de uma única câmera que foi operada por um dos alunos bolsistas. Outro aspecto importante que merece ser citado é a qualidade do som das gravações que, devido ao excesso de ruído sonoro durante a exposição, ficou comprometida, dado que havia um número considerável de alunos, duas turmas completas, participando da exposição ao mesmo tempo, em um espaço aberto da quadra de alunos. Contudo foi possível obter algumas reações que os alunos tiveram durante as exposições, sendo a partir destas que nossas análises serão realizadas.

Nas filmagens da Atividade 1, em um determinado momento é possível ver um aluno olhando através do **Periscópio**, sendo um dos experimentos mais procurados da exposição. Este é composto por um tubo cilíndrico que possui dois espelhos, um em cada extremidade, com 45° de inclinação cada, a fim de gerar uma diferença de altura entre os olhos do aluno e o objeto que se deseja observar. Ao perceber essa diferença de altura, esse aluno, que nomeamos Aluno A1, manifesta a emoção surpresa e convida seus colegas a observarem, sendo possível vê-los conversando e interagindo entre si. O que de fato esses alunos falam entre si não é possível distinguir na gravação devido a contaminação sonora proveniente do ambiente em que eles estavam. Contudo fica claro que a emoção gerada pelo contato com o experimento provocou uma interação social com os outros alunos à sua volta.

Outro experimento da exposição que chamou muito a atenção é o **Mirage 3D** que consiste em duas superfícies, semelhantes a um prato, com suas respectivas faces internas

cobertas com um espelho que ficam um de frente para a outro, sendo que uma das faces tem um orifício para a visualização da imagem. A finalidade desse experimento é a confecção de imagens reais de objetos colocados no seu interior. O Aluno B1, ao interagir com este experimento, tenta entender como se dá a formação da imagem real de um brinquedo que foi colocado no interior desse experimento e ao fazer isso começa a manifestar a emoção indignação, uma das emoções positivas propostas por Gaspar e Monteiro (2007). Essa emoção de inconformismo com o evento científico do experimento faz com que o Aluno B1 procure o professor orientador do projeto para que o mesmo explique o conceito físico por detrás do experimento. Ou seja, o experimento desencadeou uma emoção positiva que facilitou o surgimento do processo interativo.

Por fim, as análises das vídeo-gravações levantaram outras considerações. Entretanto, muitas foram descartadas pela dificuldade de analisá-las tendo em vista os problemas supracitados neste trabalho, como a poluição sonora apresentada pelo ambiente da exposição que dificultou o discernimento da fala e expressões dos alunos. Contudo, de forma geral, foi possível perceber que a atividade da exposição itinerante despertou emoções positivas segundo Gaspar e Monteiro (2007) e manifestou importantes indicativos do processo de interação social.

4.3. Análises da Atividade 2

A Atividade 2, por ter obtido mais êxito na coleta de dados, apresenta um conjunto maior de análises que a Atividade 1. Sendo que, logo no início dessa segunda exposição foi possível notar conforme Santos, Nascimento-Schulze & Wachelke (2005) que os integrantes de uma exposição apresentam preferência por experimentos que tenham um maior apelo estético. Dos 14 experimentos utilizados na exposição, a **Máquina de Wimshurst, Gerador 1, Mirage 3D, Radiômetro de Crookes e Fibra Óptica**, foram mais requisitados durante a exposição, ou seja, esta preferência mostrada pelos alunos demonstra que o conceito explorado por esses autores supramencionados aponta para uma preocupação inerente ao se planejar os experimentos que comporão uma exposição itinerante: o apelo estético. Tal fato se comprova nas filmagens, em que um número maior de alunos foi observado com estes experimentos.

A seguir, apresentamos um relato sobre o processo interativo observado ao longo da exposição. Nas descrições apresentadas a seguir, o responsável pela filmagem, autor deste trabalho, é denominado de Pesquisador. As transcrições completas estão no Anexo A deste trabalho.

O **Radiômetro de Crookes**, um dos experimentos anteriormente mencionados, é o primeiro que aparece nas filmagens e consequente nas transcrições de (1) à (9). Nesta parte da exposição, em que o radiômetro aparece, o Pesquisador, ao observar os alunos da Turma 1 interagindo com o experimento, pergunta se eles têm alguma explicação do porquê de a ventoinha do radiômetro girar, apesar de estar protegida por um bulbo de vidro. Fica claro nas transcrições que o experimento serviu de gatilho para que a interação social ocorresse, sendo que nesta o Pesquisador fez o papel do parceiro mais capaz na sua relação com os alunos durante a exposição. Sendo que na transcrição (9), o Aluno C chega à conclusão de que a luz seria responsável pelo o movimento da ventoinha. Tanto a definição de situação construída pelo Pesquisador, ao perguntar sobre o giro da ventoinha, quanto a intersubjetividade, evidenciadas ao longo dos diálogos, e a mediação semiótica, organizada com o uso do experimento e da linguagem, caracterizam evidências de um processo de interação social construída na exposição, conforme os constructos de Wertsch (1984).

Outro experimento que foi muito requisitado durante a exposição foi o **Mirage 3D** em que os alunos se deparavam com a formação de uma imagem real de um objeto colocado no interior do experimento, que nesse caso específico era um pequeno brinquedo. Em um determinado momento este experimento está sendo operado por um grupo de 3 alunos, fato relatado nas transcrições de número (31) à (40), quando o Pesquisador, ao ver os alunos surpreendidos, propõe que tentem explicar o porquê da imagem do objeto estar se formando na superfície do experimento apesar de o objeto estar centímetros abaixo da imagem dele. A forma como cada um dos alunos interpretou essa tarefa do Pesquisador se configura como um dos constructos de Wertsch (1984), que é a definição de situação. Logo depois na transcrição (37), o Aluno I tenta estabelecer a linha de raciocínio para chegar na resposta da tarefa, dando origem a mais um constructo, nesse caso a intersubjetividade. Finalmente a transcrição (40) sugere que o aluno percebeu a relação entre os espelhos curvos e a formação da imagem na abertura da superfície superior do experimento. Conclui-se então indícios de uma interação social desencadeada por um experimento de uma exposição itinerante.

Ainda falando do experimento **Mirage 3D**, a Turma 2 apresentou uma discussão muito interessante sobre os conceitos abordados por esse experimento, essa parte encontra-se nas transcrições de número (119) à (135). Nesse trecho da exposição novamente 3 alunos estavam interagindo com o experimento supracitado, e no decorrer da interação novos 2 alunos integram o grupo, mostrando que o ambiente ali criado, em que os alunos buscavam explicações sobre os conceitos científicos em meio ao manuseamento do experimento, foi de certa forma

prazeroso o suficiente para atrair novos integrantes. Essa interação, promovida pelos alunos da Turma 2, teve uma origem similar a interação da Turma 1, em que o Pesquisador propõe uma pergunta aos alunos: “*Vocês acham que essa miragem está relacionada com o espelho?*”. A princípio note que o Pesquisador utiliza a palavra “miragem” ao invés de usar o termo “imagem real”, isto se deve ao fato da palavra “miragem” fazer mais sentido dentro do contexto cultural daqueles alunos do que o termo “imagem real”. Essa adequação da linguagem dentro da interação configura um dos constructos de Wertsch (1984), que é a mediação semiótica. Atentando-se agora para a fala dos alunos, percebe-se que em um determinado momento o Aluno AE tenta adequar seu raciocínio com a situação proposta pelo Pesquisador, perguntando se a superfície externa preta do experimento **Mirage 3D** mantinha relação com o surgimento da imagem real no orifício do mesmo (transcrição número 127), surgindo assim mais um constructo: a intersubjetividade. Finalmente, desta parte da exposição o que merece ser destacado foi o entendimento que o aluno adquiriu no final da interação, que foi perceber que o formato do espelho está relacionado com a conjugação da imagem real do experimento, como mostra a transcrição (131).

Outro momento que merece destaque está presente nas transcrições de número (55) à (63), quando o Pesquisador propõe um desafio a um grupo de alunos da Turma 1 que estava interagindo com o experimento **Centro de Massa**: “*Tente equilibrar esse experimento usando um só dedo! Por que você consegue equilibrar ele, utilizando apenas um dedo, somente no bico?*”. Ao se deparar com esse desafio o Aluno K tenta montar explicações sobre o porquê de o experimento somente ficar em equilíbrio quando apoiado sobre o bico, porém sua linguagem está em desacordo com a linguagem do Pesquisador e nas transcrições (58), (59) e (60), esse fato se evidencia, e o processo de adequar a linguagem empregada por ambos se configura como uma construção da mediação semiótica. No fim, os alunos conseguiram perceber uma maior concentração de massa na região do bico do experimento, logo é necessário colocar o dedo sobre essa região para mantê-lo em equilíbrio, bem como também perceberam de certa forma, pelas transcrições (61), (62) e (63), que teria que haver uma equivalência de peso nas asas do experimento para assim facilitar o equilíbrio do mesmo.

Os trechos da exposição em que os alunos interagiram com o **Gerador 1** merecem destaque pelas evidências que os alunos apresentaram de terem, de certa forma, compreendido os conceitos científicos e encontrado aplicações tecnológicas sobre esses conceitos. Na Turma 1 as transcrições referentes a esses trechos vão do número (66) ao (75) e do (99) ao (101), na Turma 2 foi do número (163) ao (170). Nas duas turmas o fenômeno se repetiu. Nelas os alunos

conseguiram consolidar o conceito da transformação da energia cinética, representada pelo giro da manivela, com a energia elétrica, representada pela intensidade luminosa que as lâmpadas apresentavam. Uma vez estabelecida essa relação de que para se acender uma lâmpada era necessário que “algo” estivesse girando, o Pesquisador perguntou aos alunos: "*Para essa lâmpada aqui da escola acender, alguma manivela tem que estar girando em algum lugar?*". A resposta dos alunos nas duas turmas foi que nas hidrelétricas teria que acontecer algo parecido, ou seja, em ambas as turmas, o experimento, juntamente com a interação social com um parceiro mais capaz, conseguiu fazer com que os alunos compreendessem, de forma um pouco limitada, os conhecimentos científicos de transformação de energia cinética em energia elétrica e conseguissem achar uma aplicação tecnológica sobre os mesmos.

Ainda falando sobre o trecho da exposição relativo ao experimento **Gerador 1**, houve uma discussão que o Pesquisador teve com os alunos na forma de plenária ao término da exposição com a Turma 1. Dentre os vários aspectos discutidos, surgiu algo que merece destaque. O Pesquisador estava explicando os conceitos científicos em cada um dos experimentos da exposição e quando chegou justamente neste experimento supramencionado houve uma indagação de um dos alunos ao perceber que a água era necessária para a geração de energia elétrica: "*- e se a água acabar? É mais um motivo para não desperdiçarmos ela?*" (transcrição 100). Nota-se que a exposição itinerante atingiu uma nova esfera de conhecimento, algo que os autores Santos, Nascimento-Schulze & Wachelke (2005), destacam na sua obra:

É pertinente apontar para a necessidade de que as exposições científicas, assim como outras iniciativas que tenham por objetivo difundir representações junto a um público ou grupo qualquer, levem à revisão e reflexão de valores e crenças[...](pág.80)

A exposição deve também levar ao público esse tipo de discussão, como a questão da água perguntada pelo aluno E. A resposta do Pesquisador foi na direção de orientar os alunos sobre a importância da água, e a importância de preservá-la e, eventualmente, buscar novas maneiras de obter energia elétrica.

O **Arrasto Eletromagnético** também foi um experimento muito manuseado pelos alunos. Na Turma 2 houve um diálogo interessante, sendo possível sua visualização nas transcrições de números (153) ao (161). Nelas o Aluno AI se interessa pelo experimento e pede para o Pesquisador explicar o seu funcionamento. Fica claro pelas falas do aluno que não houve uma mediação semiótica entre os dois indivíduos, tanto as transcrições (157) e (159) evidenciam esse fato, ou seja, o aluno estava com muita dificuldade de entender o que o

Pesquisador estava explicando, logo mostrou desinteresse e a interação social ficou comprometida.

Algumas análises das transcrições ficaram difíceis de serem realizadas, pois o Pesquisador era sempre muito requisitado pelos alunos participantes da exposição, logo muitos diálogos não puderam ser concluídos. Contudo, ficou notório que a exposição itinerante contribuiu para a construção da interação social da forma como ficou evidente nos indícios de emoções apresentadas pelos alunos.

Os indícios de emoções apresentados pelos alunos também foram um dos focos do presente trabalho. Partindo da categorização das emoções observadas no ensino proposta por Monteiro e Gaspar (2007), explicitada anteriormente neste trabalho, chegou-se na Tabela 2 que relaciona as emoções observadas e suas referências nas respectivas transcrições:

Emoções Positivas			
Respeito	Surpresa	Indignação	Solidariedade
Turma 1. (71)	Turma 1. (7)	Turma 1. (34)	Turma 1. (4)-(5)
Turma 1. (100)	Turma 1. (27)-(28)	Turma 1. (38)	Turma 1. (72)
	Turma 1. (32)	Turma 2. (120)-(126)	Turma 1. (77)
	Turma 1. (43)	Turma 2. (141)	
	Turma 1. (65)	Turma 2. (143)	

Tabela 2 – Emoções positivas das duas turmas

Fonte: Autor próprio.

A Tabela 2 mostra algumas das várias emoções que os alunos apresentaram durante a exposição itinerante. As outras, ou não apareceram nas imagens da câmera, ou ficaram difíceis de serem classificadas somente a partir das falas dos alunos, sendo necessário que elas estivessem mais contextualizadas. Entretanto é possível traçar um perfil das duas turmas em uma análise preliminar. Note que na Turma 1 ficaram mais evidentes as emoções positivas do que na Turma 2, sendo isso registrado em vídeo pelo Pesquisador:” *Uma turma mais tímida, não se empolgaram tanto quanto a primeira turma com a apresentação inicial dos experimentos [...]*” (107). Este fato não significa necessariamente que a Turma 2 teve um processo de aprendizagem inferior a Turma 1, pois Monteiro e Gaspar (2007) esclarecem que

essas emoções positivas são indícios que favorecem a interação social, ou seja, a ausência delas não significa um prejuízo para o ensino.

A emoção categorizada como respeito foi observada primeiramente na transcrição (71). Nela, ficou evidente que o Aluno N levou em consideração as alegações do Pesquisador e buscou responder à pergunta dele diferente do Aluno C que simplesmente disse: “*Não sei*” (70). Na transcrição de número (100), essa emoção também fica clara, pois o Aluno E leva em consideração a explicação do Pesquisador sobre o experimento e na sua fala demonstra uma preocupação com o futuro da água, ou seja, o aluno notou algo digno de atenção na fala do Pesquisador e aprofundou a discussão.

A emoção de surpresa foi a mais observada durante a exposição, não somente pelas transcrições, mas também pelo vídeo da câmera, em que ela é manifestada nos semblantes dos alunos várias vezes, sendo assim difícil de registrá-la de forma escrita na maioria das vezes. O fato desta emoção ser a mais predominante reforça a ideia de que a exposição itinerante é um local lúdico em que o aprender e o prazer coexistem de forma harmoniosa.

A indignação, assim como a surpresa, também podem ser identificadas várias vezes. Na transcrição de número (34), o Aluno G tenta pegar a imagem real do objeto formada no orifício da superfície superior do experimento **Mirage 3D** e ao se deparar com o seu insucesso pede ao Aluno H para tentar segurar o objeto, demonstrando assim o seu inconformismo em não conseguir segurar o objeto a ponto de pedir para que outro aluno o ajude. Tanto na transcrição de número (38) quanto nas de números (141) e (143), os alunos mostraram o desejo de satisfazer suas inconformidades com os experimentos, ora buscando interagir com os outros alunos à sua volta, ora buscando interagir com os alunos bolsistas e/ou com o Pesquisador.

Por fim, a solidariedade também foi uma emoção muito manifestada pelos alunos. Naturalmente os integrantes de uma exposição buscam interagir com os experimentos juntamente às pessoas com uma maior afinidade (MEHRABIAN, 1968, *apud* SANTOS, NASCIMENTO-SCHULZE & WACHELKE, 2005). Logo, a solidariedade torna-se uma emoção, de certa forma, inerente a esse tipo de atividade pedagógica, pois no contexto de uma sala aula sempre haverá os grupos discentes com maior afinidade que, dentro de uma exposição, irão naturalmente se comprometer uns com os outros a realizarem e concluírem o que lhes é proposto. Nesse sentido, na transcrição de número (4) podemos perceber na fala do Aluno A que ele pede auxílio ao Aluno B na busca de encontrar uma resposta para o que o Pesquisador lhes perguntou, ou seja, os Alunos A e B manifestam uma emoção que evidencia um

comprometimento entre eles de tentarem descobrir a resposta juntos. As duas outras transcrições, sobre essa emoção em questão, seguem o mesmo princípio.

As emoções positivas são aquelas que favorecem a construção da interação social, contudo há também as emoções negativas que contribuem exatamente para o contrário. Foi possível observá-las também na fala dos alunos como demonstrado na Tabela 3, a seguir:

Emoções Negativas		
Indiferença	Embaraço	Frustração
Não pode ser observada na fala dos alunos.	Não pode ser observada na fala dos alunos.	Turma 2. (118) Turma 2. (159)

Tabela 3 – Emoções negativas das duas turmas

Fonte: Autor próprio.

Analisando a Tabela 3 fica claro que tivemos poucas emoções negativas em comparação com as positivas. Este fato já foi explicado quando se postulou acerca do alto carácter lúdico desse tipo de atividade. Entretanto, faz-se necessário ressaltar as únicas duas emoções negativas observadas. Na transcrição de número (118) vemos que o Aluno AC expressa a dificuldade em entender o experimento **Espelho Angular**. Essa sensação de frustração ao tentar entender o conceito e não conseguir faz com que ele perca o interesse pelo experimento e simplesmente pergunte acerca de outro experimento. Na transcrição de número (159) essa emoção também é evidente, nela novamente o aluno ao se deparar com uma explicação mais complexa se sente frustrado por não conseguir assimilar essa explicação e desabafa com a frase “*Interessante, mas não entendo*”. Essas duas emoções negativas mostram que cada exposição deve conter experimentos que se adequem ao nível cognitivo do público que as integram.

4.4. Considerações finais

Por fim, de forma geral foi possível perceber que as atividades de exposição itinerante despertaram emoções positivas segundo Gaspar e Monteiro (2007) e manifestaram importantes indicativos do processo de interação social. Por isso, a aplicação dessa atividade no espaço formal de ensino ainda precisa ser mais estudada, pois esses resultados preliminares evidenciam, na opinião do presente trabalho, a importância da exposição itinerante adentrar no ambiente escolar numa tentativa de contemplar todas as necessidades do discente.

5. CONCLUSÃO

A exposição itinerante se constitui um importante dispositivo de comunicação que, por meio da dinâmica de seus integrantes, determina canais de interação com os visitantes, buscando maneiras de ensinar, estimular ideias, reflexões, etc. O presente trabalho apontou algumas considerações acerca das interações sociais e emoções ao longo de duas exposições itinerantes em espaços formais de ensino.

A primeira dessas considerações, que merece menção, é a dificuldade na coleta de dados ligada a esse tipo de atividade. Como o trabalho deixou claro, foram realizadas duas atividades de exposição itinerante em escolas públicas: Atividade 1 e Atividade 2. Na Atividade 1 foi utilizada apenas uma câmera simples que ficou capturando de longe algumas imagens e pouco dos diálogos que os alunos apresentavam. Tendo isso em vista, a Atividade 2 foi elaborada a fim de mudar a localização da câmera, ficando em posse do Pesquisador que participou ativamente da exposição. Logo, a maioria dos diálogos que o mesmo participou e/ou os que ocorreram em torno dele foram obtidos satisfatoriamente. Alguns diálogos, no entanto, não puderam ser capturados, pois o Pesquisador constantemente era interrompido por alunos que o indagavam sobre os experimentos, tornando difícil muitas vezes concluir as explicações, uma por uma. Assim, julgamos conveniente destacar a importância de se elaborar, em estudos dessa natureza, uma metodologia de coleta de dados com um número maior de câmeras e microfones.

As emoções desenvolvidas pelos alunos no contexto da exposição é um ponto importante que se almeja contribuir com este trabalho, pois a presença dessas emoções sugere diferentes implicações no processo de aprendizagem dos alunos, sendo que se forem positivas vão levar o aluno a continuar o processo, se forem negativas vão levá-lo a abandonar a interação. Nesse sentido a investigação das emoções dos alunos durante a exposição mostrou que houve diversos indicativos de experiências emocionais positivas como surpresa e indignação que levaram os alunos a questionar e, acima de tudo, buscar a interação social com um parceiro visando satisfazer seus questionamentos acerca dos conceitos científicos. Logo, pode-se afirmar provisoriamente que as emoções positivas propiciadas pela exposição itinerante sustentam a interação social que ela promove.

As considerações ligadas à interação social presente no discurso dos alunos demonstram o quanto esse tipo de exposição assegura esse tipo de interação, em que eles demonstraram a presença dos constructos de Wertsch (1984) que sugerem um processo de interação social.

Entende-se, portanto, a necessidade da continuidade desse projeto devido a sua proposta de aplicar a exposição itinerante no espaço formal de ensino. Para tanto, renovar a metodologia de coleta de dados visando extrair e investigar o máximo possível dos processos de interação social dos alunos, bem como suas emoções dentro da exposição, tornou-se necessário para garantir uma análise mais profunda das vantagens e desvantagens de aplicar essa exposição no espaço formal de ensino.

REFERÊNCIAS

- BLOOM, B. S. **Taxionomia de objetivos Educacionais**. Porto Alegre, Ed. Globo, 1972.
- BRAGANÇA GIL, F. **Museus de Ciência**. Preparação do futuro; memória do passado. Revista de Cultura Científica, n.3. pp. 72-89. 1988.
- BRANDI, A.T.E. e GURGEL, C.M.A. (2002). **A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação**, *Ciência & Educação*, v.8, n.1, 113-125.
- BRUNER, J. S. **O Processo da Educação**, Companhia Editora Nacional, 5ª ed. - São Paulo, 1975.
- BUCK, R. **The biological Affects**. A Typology. *Psychological Review*. American Psychological Association (APA). Vol. 106, No. 2, p. 301-336, abril 1999.
- BUENO, W. C. **Jornalismo científico: conceito e unção**. *Ciência e Cultura*, v. 37, no. 9, p. 1420-1427, 1985.
- CASCAIS, M. G.; FACHÍN-TERÁN, A. **Educação formal, informal e não formal em ciências: contribuições dos diversos espaços educativos**. In: Encontro de Pesquisa Educacional Norte e Nordeste (EPENN), 20, 2011, Manaus. Anais eletrônico. Manaus: UFAM, 2011.
- CERATI, T. M. ; SIAO, J. F. M. **Alfabetização científica em espaço de educação não formal: analisando possibilidades**. In: XII Reunion Bienal de la Red Pop, 2011, Campinas. La professionalizacion del trabajo de divulgacion científica. CAMPINAS: UNICAMP, 2011. v. 1. p. 110-111.
- COLOMBO JUNIOR, P. D.; LOURENÇO, A. B.; SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da Argumentação na Resolução de uma "Atividade de Conhecimento Físico"**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2012. Acesso em 21 abr., 2017.
<http://www.biblio.fae.ufmg.br/webbiblio/Bibliografia2013.htm>
- DEWEY, J. **Experience and Education**. Crowell; Collier; Macmillan, 1963.
- FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue. 1994.
- Freire, P. (2005). **A importância do ato de ler – em três artigos que se completam**, São Paulo: Cortez.

- GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências – conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. 173 fls. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1993.
- GOHN, M. G. **Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, jan./mar. 2006
- HOWE, A. C. Development of science concepts within a vygotskian framework. **Science Education** 80(1), pp. 35-51, 1996.
- KLEIMAN, A.B. **Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola**, In: Kleiman, A.B. (org.), Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita, Campinas: Mercado das Letras. 1995.
- LUCAS, A.M. e MCMANUS, P. **Investigating learnin from informal sources: Listening to conversations and observing play in science museums**, European Journal of Science Education, pg. 341-352, 1986.
- LURIA, A. R. **Nota Biográfica sobre Vygotsky**, In: Vygotsky, L. S. A Formação Social da Mente, Martins Fontes, S. Paulo, pg. 17-18, 1989.
- MARQUES, M. O. **Educação nas ciências: interlocução e complementaridade**. Ijuí: Inijuí, 2002.
- MENDES, M. F. A. **Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958)**. 2006. 256 f. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, Rio de Janeiro, 2006.
- MEHRABIAN, A. **The inference of attitudes from the posture, orientation, and distance of a communication**. Journal of Consulting Psychology, v. 32, p. 296-308, 1968.
- MONTEIRO, I. C. C.. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula – uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski**. Bauru/SP, 2002.129p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências), UNESP, Campus de Bauru.
- MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. **Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 71-84, 2007
- MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C.; BRITO, F. **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002.

- MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. **A Linguagem em uma Aula de Ciências**, Presença Pedagógica, v.2, n.11, 49-57. 1996.
- OLIVEIRA, D. G.; SILVA, A. P.; MONTEIRO, I. C. C. **Avaliação de experimentos interativos em exposições itinerantes**. XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2014.
- ROCHA, S. C. B. **A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2008.
- SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. **Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências**, Ciência & Educação, v.7, n.1, 95-111. 2001.
- SANTOS, M.E. , NASCIMENTO-SCHULZE, C.M. e WACHELKE, J.F.R. **A Exposição Itinerante Enquanto Promotora de Divulgação Científica: Atitudes, Padrões de Interação, e Percepções dos Visitantes** , Psicologia Teoria e Prática , 2005
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica**. Investigação em Ensino de Ciências. São Paulo: USP, v. 16, p. 59-77. 2011.
- SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**, Belo Horizonte: Autêntica. 1998.
- TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M. **Experimentos Impactantes de Ciência e sua importância para a divulgação científica**. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013.
- TEIXEIRA, J. N.; STEINICKE, G.; MURAMATSU, M. **Construção e avaliação de experimentos demonstrativos utilizados em centros de ciência e projetos de divulgação científica**. XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo. Editora Martins Fontes, 2001.
- VIEIRA, V.; BIANCONI, M.; DIAS, M. **Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências**. **Ciência e Cultura**, São Paulo, n. 4, Oct./Dec. 2005.
- WERTSCH, J. V. The zone of proximal development: Some conceptual Issues. In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (eds): **Childrens learning in the Zone of Proximal Development- New Directions to Child development**, n 23 – S Francisco, Jossey – Bass, março, p 84, 1984.

ANEXO A – TRANSCRIÇÕES

1. Transcrição da Turma 1

- (1) Pesquisador: Qual a explicação para que isso gire? (se referindo ao radiômetro de crookes). Será que é o vento o responsável?
- (2) Aluno A: é o vento! Está ventando um pouquinho
- (3) Pesquisador: Mas o vento consegue passar pelo vidro?
- (4) Aluno A: Não... Vamos Aluno B, responde alguma coisa!
- (5) Aluno B: Não sei como isso funciona.
- (6) Pesquisador: Será que se eu desligar a lâmpada ele para de girar?
- (7) Aluno B: Nossa! Está parando!
- (8) Pesquisador: Porque será que quando eu ligo a lâmpada, ele para de girar e quando eu desligo a lâmpada, ele para de girar?
- (9) Aluno C: Tem alguma relação com a luz que a lâmpada produz!
- (10) Aluno D: O que é isso aqui?
- (11) Pesquisador: É um outro experimento. Quando eu ligo a luz aqui você consegue ver uma bolinha?
- (12) Aluno D: sim!
Pesquisador: Parece que ela está perto ou longe?
- (13) Aluno D: Parece que ela está perto!
- (14) Pesquisador: Os alunos acham que a bolinha está perto, mas na verdade é uma ilusão criada pela construção da imagem real. Os alunos sempre fazem questão de compartilhar as descobertas uns com os outros.
- (15) Pesquisador: Gira esta manivela! (Referindo-se ao Arrasto eletromagnético). Se a manivela somente gira este círculo, porque o outro gira também?

- (16) Aluno E: Porque esse círculo contém ímãs presos nele.
- (17) Pesquisador: Então se eu colocar desse outro jeito(Ao invés de ficar um círculo de frente para o outro, colocou-se um do lado do outro), os ímãs também terão que girar esse outro círculo. Será que vai girar também?
- (18) Aluno E: Vai sim!
- (19) Pesquisador: Olha! Você disse que iria girar! Girou?
- (20) Aluno E: Não.
- (21) Pesquisador: Por que em uma determinada posição ele gira e em outra posição ele não gira mais?
- (22) Aluno E: Porque o ímã não é forte o suficiente.
- (23) Aluno D: Como isso funciona? (Referindo-se ao Ebulioscópio de Franklin).
- (24) Pesquisador: Segura ele em baixo.
- (25) Pesquisador: A medida que o líquido vai subindo, é nítida a emoção de felicidade estampada na face do grupo de alunos frente ao fenômeno abordado.
- (26) Pesquisador: E aí? Por que será que isso acontece? Alguém está colocando mais líquido aí dentro?
- (27) Aluno F: É o calor!
- (28) Aluno D: Não é calor! É magia!
- (29) Pesquisador: Agora segura na parte de cima. Viram? Será que é magia mesmo?
- (30) Aluno F: É algum truque.
- (31) Pesquisador: Vocês estão conseguindo ver o porquinho aqui? (Referindo-se ao experimento Mirage 3D).
- (32) Aluno G: Nossa! Como assim? (O aluno G apresenta uma feição bem surpresa).
- (33) Pesquisador: Tenta pegar o porquinho!

- (34) Aluna G: Ai Meu Deus! Não consigo pegar o porquinho! Aluno H, tenta pegar o porquinho!
- (35) Aluno H: Não consigo!
- (36) Pesquisador: Olha aonde na verdade está o porquinho. (Nesse momento o Pesquisador mostra que o porquinho estava no interior dos pratos espelhados). Mas parece que ele está aqui nessa superfície. Vocês têm alguma ideia do porquê isso acontece?
- (37) Aluno I: Ilusão de óptica?
- (38) Aluno G: Isso! É ilusão de óptica só pode ser!
- (39) Pesquisador: Sem dúvida é uma maneira de se interpretar esse experimento! Vocês acham então que essa ilusão tem alguma relação com o espelho das superfícies internas desse experimento?
- (40) Aluno G: Com certeza!
- (41) Aluno J: Posso pegar esse?
- (42) Pesquisador: Pode pegar sim! Fique à vontade. Olhe por aqui! (Referindo-se a Periscópio). Você está vendo o objeto que está aqui em cima?
- (43) Aluno J: Estou sim! Que legal!
- (44) Pesquisador: Você já viu aquelas lunetas diferentes que aparecem nos submarinos de filmes?
- (45) Aluno J: Sim, já vi!
- (46) Pesquisador: Então, o princípio aqui é o mesmo.
- (47) Aluno K: Como que funciona esse experimento aqui? (Referindo-se ao experimento de associação de espelhos planos).
- (48) Pesquisador: Coloca sua mão aqui no interior desses espelhos. Quantas imagens da sua mão estão se formando?
- (49) Aluno K: três imagens.

- (50) Pesquisador: Quantos espelhos estão refletindo a imagem da sua mão?
- (51) Aluno K: dois espelhos.
- (52) Pesquisador: Porque dois espelhos formam três imagens?
- (53) Aluno L: Deve ser por que eles estão juntos!
- (54) Pesquisador: Boa observação!
- (55) Aluno D: Como funciona esse experimento aqui? (Referindo-se ao experimento centro de massa)
- (56) Pesquisador: Tente equilibrar esse experimento usando apenas um dedo! Por que você consegue equilibrar ele, utilizando apenas um dedo, somente no bico?
- (57) Aluno D: Não sei...
- (58) Aluno K: Porque tem um ponto de equilíbrio no bico dele.
- (59) Pesquisador: Um ponto de equilíbrio?
- (60) Aluno K: Isso, tem mais peso no bico dele!
- (61) Aluno M: Tem bastante peso nas duas asas também.
- (62) Pesquisador: Tem peso nas duas asas? Segura ele um pouco. E aí, tem peso nas duas asas?
- (63) Aluno M: Parece que tem. Mas tem mais peso no bico.
- (64) Um grupo de alunos está interagindo com o experimento do Ebulioscópio de Franklin.
- (65) Aluno B: Olha quando o Aluno D está segurando o experimento o liquido chega até a borbulhar! A mão dele deve ser muito quente.
- (66) Aluno C: Como funciona esse aqui? (Referindo-se ao Gerador 1)
- (67) Pesquisador: Gira essa manivela! Pode girar com força! Quanto mais você gira, a lâmpada acende com mais ou menos intensidade?

- (68) Aluno C: A lâmpada brilha mais.
- (69) Pesquisador: O que será que faz a lâmpada acender? Você acha que o fato de você girar essa manivela e a luz acender, então para qualquer lâmpada acender tem que necessariamente alguma coisa girar? Ou seja, para essa lâmpada aqui da escola acender, alguma manivela tem que estar girando em algum lugar?
- (70) Aluno C: Não sei.
- (71) Aluno N: Sim, eu acho que em algum lugar algo precisa estar girando.
- (72) Aluno O: Na usina, a água gira para as luzes se acenderem!
- (73) Pesquisador: Você disse que na usina acontece algo semelhante?
- (74) Aluno O: Isso!
- (75) Pesquisador: É isso mesmo! Acontece uma coisa muito parecida na usina.
- No final da exposição, um dos alunos bolsistas do projeto propôs à um grupo de alunos que eles tentassem colocar a roda da bicicleta do experimento momento angular na posição vertical.
- (76) Aluno E: É impossível colocar a roda na vertical.
- (77) Aluno F: Vai aluno E, vamos ver se você consegue.
- (78) Pesquisador: Vou dar uma dica já que você não está conseguindo, o que é mais fácil: se equilibrar em uma bicicleta parada ou em uma bicicleta andando?
- (79) Alunos: Andando!
- (80) Pesquisador: Vocês acham que isso tem alguma coisa a haver com o experimento aqui em questão?
- (81) Os alunos começar a girar o experimento de forma que o mesmo permanece no chão.
- (82) Pesquisador: Agora vou pedir para o aluno bolsista mostrar para vocês como de fato se deve fazer.

- (83) O Aluno bolsista demonstra a maneira certa de interagir com o experimento objetivando deixar a roda na vertical.
- (84) Alunos: Não é possível, nós achamos que não podia desencostar do chão.
- (85) Pesquisador: Em nenhum momento nós dissemos isso. Quando a roda está girando você consegue deixa-la na posição que você quiser.
- (86) Após aproximadamente vinte minutos de exposição itinerante, o Pesquisador colocou os alunos em plenária para discutir os conceitos científicos por detrás dos experimentos.
- (87) Pesquisador: Pessoal vocês interagiram com o experimento Mirage 3D? O experimento do porquinho?
- (88) Alunos: sim!
- (89) Pesquisador: Porque será que forma uma imagem que a gente não consegue pegar?
- (90) Aluno F: Por causa da reflexão dos espelhos.
- (91) Pesquisador: Isso, dentro dessas espécies de pratos é tudo espelhado, esses espelhos são o que chamamos de espelhos curvos. Esses espelhos curvos são diferentes dos espelhos planos, que são aqueles que usamos para pentear o cabelo. Nesses espelhos planos a imagem formada é uma imagem virtual, ou seja, uma imagem que se forma atrás do espelho. Nesse experimento esses espelhos curvos estão formando uma imagem real, que se forma na frente do espelho e por isso eu tenho a sensação de que o porquinho está na superfície aqui.
- (92) Agora vou explicar outro experimento aqui, quem brincou com esse experimento aqui do momento angular?
- (93) Muitos alunos: Eu!
- (94) Pesquisador: Vou pedir aqui para o aluno bolsista me ajudar a demonstrar para vocês. Quando ele gira a roda aqui, notem que a roda fica na posição que a gente deixar ela. Esse fenômeno está intimamente ligado ao fato de ser mais fácil se equilibrar na bicicleta quando ela está andando do que quando ela está parada. Quando a roda gira,

ela produz o que chamamos de momento angular, esse momento angular sustenta a roda na posição em que a deixamos.

- (95) Todo mundo brincou com esse aqui que dá choque? (Referindo-se à Máquina de Wimshurst) O que vocês que dá choque aqui?
- (96) Aluno G: É o movimento que você faz para girar.
- (97) Pesquisador: É o movimento? Vocês não acham que tem uma bateria aqui?
- (98) Aluno D: Não, são os pedaços de ferro que tem no experimento.
- (99) Pesquisador: De certa forma eles tem relação. Gente, o que acontece aqui é um fenômeno que vocês vão aprender bem na frente, chamado de Indução Eletromagnética. Uma dessas placas com esses pedaços de metal está imantada, ou seja, está produzindo um campo magnético. Este campo magnético induz uma corrente elétrica aqui nessas duas esferas, e é por isso que dá esse choque elétrico. Só que essa indução só ocorre quando há movimento, e é por isso que precisamos ficar girando para dar essa descarga elétrica. Esse experimento é muito parecido com esse outro aqui (referindo-se ao Gerador 1), no qual quando girada essa manivela acendia essas lâmpadas aqui. Então, eu perguntei para vocês se para acender essas lâmpadas eu preciso girar essa manivela, então para acender as lâmpadas aqui da escola, alguma coisa precisa estar girando em algum lugar. Aí um de vocês disse que na hidrelétrica acontece algo semelhante, e está certo! Na hidrelétrica também acontece uma indução, e assim como aqui, precisa de movimento. Só que lá não fica um monte de pessoas girando manivelas, nós deixamos a força das águas girarem para a gente.
- (100) Aluno E: E se acabar a água? É mais um motivo para não desperdiçarmos ela?
- (101) Pesquisador: Se acabar a água precisaremos encontrar outra maneira obter uma força que nos dê essa indução necessária. A gente pode girar isso aqui através do vento que é a energia eólica, por exemplo.
- (102) Todo mundo brincou com esse aqui? (Referindo-se ao Radiômetro de Crookes)
- (103) Alunos: sim!

- (104) Pesquisador: Um experimento difícil de entender né? Não tem vento, essa ventoinha está completamente coberta por um vidro. Só tem a luz! A luz então consegue gerar movimento?
- (105) Aluno H: Consegue!
- (106) Pesquisador: A luz consegue gerar movimento! A luz é composta por pequenas partículas chamadas fótons, esses fótons liberados pela luz colidem nesse pequeno cata-vento, vamos chamar assim, fazendo-o girar. Obrigado a todos pela experiência, foi muito divertido!

2. Transcrição da Turma 2

- (107) Pesquisador: Uma turma mais tímida, não se empolgaram tanto quanto a primeira turma com a apresentação inicial dos experimentos, mas eles estão interagindo com os experimentos.
- (108) Aluno AA: Nossa o porquinho está aqui dentro? (Referindo-se ao experimento da Mirage 3D)
- (109) Pesquisador: Está sim! Por que você acha que parece que ele está aqui na superfície?
- (110) Aluno AA: Ele reflete!
- (111) Aluno AB: Isso ele reflete!
- (112) Pesquisador: Ele reflete? Mas quando eu coloco um objeto na frente do espelho, esse objeto não sai para fora do espelho.
- (113) Aluno AB: Então não é só o espelho, não faço ideia do que possa ser!
- (114) Aluno AC: Me explica esse experimento aqui?
- (115) Pesquisador: Esse aqui? (Referindo-se ao espelho angular) Fique tranquilo que não vai te machucar. Você está vendo sua imagem aqui?
- (116) Aluno AC: sim.
- (117) Pesquisador: Está vendo né? Então, eu vou girar o experimento 90°, olha a sua imagem agora. (Depois de um tempo que o aluno fica olhando para o experimento) Está

de ponta-cabeça sua imagem? Sua imagem estava direita, para ela ficar de ponta-cabeça você não acha que eu deveria girar 180°? Eu só giro 90° e a sua imagem fica de ponta-cabeça!

- (118) Aluno AC: Nossa difícil de entender! E esse aqui, o que ele faz? (Referindo ao experimento Mirage 3D)
- (119) Pesquisador: Tente pegar o porquinho!
- (120) Aluno AC: Não consigo!
- (121) Aluno AD: Nossa, como assim?
- (122) Pesquisador: Os alunos claramente se divertem ao interagir com o experimento Miragem e sentem emoções muito positivas compartilhando uns com os outros.
- (123) Aluno AC: Nossa, agora que eu vi que o porquinho está lá no fundo!
- (124) Pesquisador: Isso mesmo, o porquinho está lá no fundo. Você viu como é lá dentro?
- (125) Aluno AC: É cheio de espelho.
- (126) Pesquisador: Vocês acham que essa miragem está relacionada com o espelho?
- (127) Aluno AE: Não, é por causa desse negócio preto aqui. (Apontando para a superfície externa preta do experimento)
- (128) Pesquisador: Negócio preto? Você acha que é o negócio preto que produz a imagem?
- (129) Aluno AC: Não deve ser o negócio preto.
- (130) Pesquisador: Vamos lá, o que tem de diferente entre esse espelho plano (apontando para o espelho do experimento Espelho Angular) e esse espelho interno do experimento Mirage 3D?
- (131) Aluno AE: Esse tem uma superfície diferente (Referindo-se ao espelho do experimento Mirage 3D).

- (132) Pesquisador: Eles têm uma nítida diferença de formato você não concorda comigo?
- (133) (Nesse momento o Aluno AC chamou mais outros 2 alunos para interagir com o experimento do porquinho)
- (134) Aluno AE: Eles parecem aqueles espelhos que ficam nos estacionamentos.
- (135) Pesquisador: Isso, os espelhos que ficam nos estacionamentos são parecidos com estes aqui, são os espelhos curvos. Só que aqueles espelhos do estacionamento são espelhos convexos, já esse aqui é um espelho côncavo.
- (136) Aluno AF: Como funciona esse aqui? (Referindo-se ao experimento Radiômetro de Crookes)
- (137) Pesquisador: Deixa eu deligar aqui, está parado certo? Agora vou ligar pra você ver. Começou a girar certo? Tem vento aqui para fazer essa ventoinha girar? Como é que gira então?
- (138) Aluno AF: O calor da Lâmpada?
- (139) Pesquisador: A ventoinha está um pouco perto da lâmpada mesmo, vou afastar um pouquinho da lâmpada para ver se continua girando. Será que ele para? Não parou.
- (140) Aluno AF: Nossa, não sei.
- (141) Aluno AC: Porque será que mexe né?
- (142) Pesquisador: Esse é o grande desafio, entender como que isso gira sem vento.
- (143) Aluno AC: Mas por que que gira?
- (144) Pesquisador: Será que o fato de girar está relacionado com a luz?
- (145) Aluno AG: Eu não sei explicar, mas está relacionado com a luz que bate na ventoinha.
- (146) Pesquisador: Isso mesmo! Está sem dúvidas relacionado com a luz que está batendo na ventoinha.
- (147) Aluno AH: Me explica esse aqui. (Referindo-se ao experimento de Fibra Óptica)

- (148) Pesquisador: Explico sim, olha nessa extremidade aqui e veja se você vê ela ficar iluminada. Agora, está vendo uma luz vermelha aí nessa extremidade?
- (149) Aluno AH: Estou vendo sim.
- (150) Pesquisador: Isso quer dizer que eu estou conduzindo a luz aqui por dentro? E se eu mudar a cor de vermelho para verde, será que o efeito é o mesmo? Consegue ver?
- (151) Aluno AH: sim.
- (152) Pesquisador: Então tanto a luz a vermelha e a luz verde apresentam o mesmo efeito.
- (153) Aluno AI: Nossa, explica isso aí! (Referindo-se ao experimento de Arrasto Magnético)
- (154) Pesquisador: Nós somos cientistas aqui agora, certo? Temos que investigar. O que é que tem nesse disco aqui que não tem nesse outro?
- (155) Aluno AI e Aluno AJ: ímãs.
- (156) Pesquisador: Se isso são ímãs, por que apesar de estar parado esse disco de metal não está sendo atraído por esses ímãs? E quando você gira ele, o outro disco gira junto. Se é um ímã era para atrair mesmo com ele parado, certo? Então por que só quando ele está girando que ele é atraído?
- (157) Aluno AJ: Não sei.
- (158) Pesquisador: Vamos colocar um disco longe um do outro? Será que girando um o outro vai girar também? Parece que não gira, não é?
- (159) Aluno AJ: Interessante, mas eu não entendo.
- (160) Pesquisador: Cada ímã desses aqui produzem um campo magnético, esse campo magnético vai exercer uma maior influência quando o disco estiver girando, ou seja, os ímãs estarão em movimento em relação a esse disco sem ímãs aqui, com isso, o movimento fará com que a interação entre os ímãs se intensifiquem e por consequência haverá movimento devido às forças magnéticas provenientes do movimento dos ímãs.
- (161) Aluno AJ: Muito legal!

- (162) Pesquisador: Os alunos quando se deparam com um desafio que eles considerem intransponível, perdem o interesse no experimento.
- (163) Aluno AK: Esse aqui como funciona? (Referindo-se ao Gerador 1)
- (164) Pesquisador: É só girar ele um pouquinho. Quando eu giro, o que acontece com a lâmpada?
- (165) Aluno AK: Acende.
- (166) Pesquisador: Para essa lâmpada acender, eu preciso girar essa manivela. Agora, para essas lâmpadas da escola acenderem, em algum lugar tem que estar girando alguma coisa?
- (167) Aluno AK: Eu acho que tem.
- (168) Pesquisador: Aonde você acha que tem?
- (169) Aluno AK: Na hidrelétrica acontece algo parecido certo?
- (170) Pesquisador: Isso! Na usina hidrelétrica acontece algo parecido mesmo! Nós sempre precisamos de alguma fonte de energia para ser convertida em energia elétrica. É muito mais fácil ao invés de nós girarmos, deixarmos a força das águas girarem, e é isso que ocorre na hidrelétrica.
- (171) (Os alunos em plenária)
- (172) Pesquisador: Gente, primeiro, qual vocês mais gostaram?
- (173) Alunos: O experimento do porquinho (Referindo-se ao experimento Mirage 3D)
- (174) Pesquisador: Vou começar explicando esse aqui, que é o experimento do choque (Referindo-se ao experimento Máquina winchrst), um desses discos aqui que está girando ele está imantado, ou seja, ele está agindo como se fosse um ímã. Esse disco imantado, quando é girado, induz uma corrente nesse outro disco aqui. Essa corrente é captada por esses fios que estão em contato com o disco aqui. Esses fios, por sua vez, estão ligados nessas esferas. Quando a carga nessas esferas fica muito grande ela rompe a resistência do ar e acontece esse pequeno raio ligando as duas esferas.
- Agora o experimento do porquinho (Referindo-se ao experimento Mirage 3D), eu perguntei para vocês qual era a diferença entre o formato do espelho que está aqui

dentro e um espelho plano que nós usamos no dia-a-dia e vocês disseram que era o formato. No espelho plano a imagem que se forma é a chamada imagem virtual, que é a imagem que se forma atrás do espelho. Nesse espelho é diferente porque a imagem é real, e não virtual, ou seja, ela não se forma atrás do espelho ela se forma na frente do espelho e é por isso que temos a impressão de que o porquinho está aqui em cima.

Esse outro experimento aqui vocês me pediram muito para explicar, é o Radiômetro de Crookes. Como que essa ventoinha gira se não há vento que possa passar pelo vidro? Muitos de vocês falaram que era o calor da luz, mas na verdade é devido a luz ser formada por pequenas partículas chamadas fótons. Esses fótons conseguem passar pelo vidro e colidem com essa ventoinha e fazem com que ela gire.

Mais algum experimento que falou uma explicação? Não? Muito obrigado a todos!

ANEXO B - PROPOSTA DE EXPLICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS DE EXPOSIÇÃO ITINERANTE¹

1. Arrasto Magnético

Este experimento consiste de dois discos feitos de materiais metálicos, sendo um de alumínio e outro de aço. Somente o disco de aço pode ser girado através de uma manivela presa a uma espécie de polia que, por sua vez, é ligada a este disco por meio de uma correia. Além da manivela, o disco de aço também apresenta ímãs que ficam fixados em sua superfície externa. Uma vez que o disco de aço com os ímãs gire, frente a frente, com o disco de alumínio ocorre uma indução de força eletromagnética que faz com que disco de alumínio gire no mesmo sentido do disco de aço.



Figura 2 – Arrasto magnético

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

2. Periscópio

Este experimento é composto por um tubo com dois espelhos fixados a 45° em relação ao comprimento do tubo, sendo assim quando um indivíduo olha através de uma extremidade, verá imagens a uma determinada altura de seus olhos.

¹ Cada um dos textos foi desenvolvido pelos alunos bolsistas PIBID- Física- FEG- UNESP e adaptados.



Figura 3 – Periscópio.

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

3. Máquina de Wimshurst

O funcionamento dessa máquina, idealizada pelo engenheiro e inventor James Wimshurst, passa pela análise de seus componentes. O primeiro deles é uma placa eletrizada indutora fixada ao suporte da máquina, além dela há duas esteiras contendo várias placas com carga neutra, sem excesso ou falta de elétrons, que se movimentam em sentidos opostos. O movimento dessas esteiras próximo a placa carregada, causam a chamada eletrização por indução nas placas das duas esteiras e, conseqüentemente, as placas de uma esteira adquirem a carga oposta às placas da outra esteira. Essas cargas antagônicas são garantidas pela presença de fios condutores encostados nas placas de ambas esteiras que, por sua vez, estão ligados geralmente a duas esferas que ficam próximas uma da outra. As cargas opostas geradas nessas esferas produzem uma diferença de potencial que ao superar a resistência dielétrica produzem a característica faísca. Em máquinas pequenas se faz necessária a presença de capacitores para auxiliar na quantidade de carga que passa pelos fios condutores.



Figura 4 – Máquina de Wimshurst

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

4. Mirage 3D

Este experimento consiste em duas superfícies curvas em forma de prato com suas faces reflexivas uma diante da outra, sendo que uma delas apresenta um orifício no seu centro. Quando algum objeto é colocado em seu interior, a imagem do mesmo pode ser vista centímetros acima do objeto real na superfície do orifício. Esse fenômeno ocorre devido a luz que ao incidir no objeto é imediatamente refletida pelo mesmo, e esses raios refletidos ao colidirem com as paredes internas espelhadas do experimento configuram uma imagem real desse objeto. Essa imagem real pode ser facilmente confundida com o objeto de fato, parecendo uma “miragem” como o próprio nome sugere.



Figura 5 – Mirage 3D

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

5. Máquina de Heron

Esta máquina térmica consegue transformar energia proveniente do calor de uma chama em energia cinética. Para tanto, ela conta com uma espécie de bulbo de vidro onde se coloca um pouco de água, sendo sua parte superior presa a um suporte de tal maneira que possa girar livremente quando em funcionamento. Colocando-se uma chama sob o bulbo de vidro, a água em seu interior vai pouco a pouco se aquecendo até o ponto em que atinge a ebulição. Quando nesse estado de ebulição o vapor de água busca sair do interior do bulbo por causa do aumento da pressão em decorrência do aumento de temperatura e, ao fazer isso, sai abruptamente por pequenos orifícios. Em decorrência disso, a máquina aproveita esse movimento abrupto do vapor de água para entrar em movimento.



Figura 6 – Máquina de Heron

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

6. Centro de Massa

Este experimento tem o formato de um pássaro com as asas abertas e um bico saliente, sendo que cada asa tem o mesmo tamanho e o objeto inteiro mantém uma simetria em relação ao bico. Além disso, há uma ligeira concentração de massa em ambas as asas, sendo que essas massas estão igualmente espaçadas da região do bico objetivando manter o corpo em equilíbrio em relação ao bico. Para mais, também há uma considerável concentração de massa na região do bico do pássaro, mantendo assim o centro de massa do objeto sobre a região do bico, em outras palavras, o objeto fica perfeitamente equilibrado apenas com o bico em contato com qualquer superfície.

7. Disco de Newton

Este experimento explora o conceito de óptica que define a luz branca como a união de todas as cores. Sendo assim este experimento é composto por um disco contendo as cores do arco-íris ligado a uma manivela, por meio de uma correia de borracha, de forma que quando a correia gira, o disco também gira de forma intensa. Quando girado de forma intensa as cores se misturam formando a cor branca, provando assim o conceito óptico supracitado.



Figura 7 – Disco de Newton

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

8- Ebulioscópio de Franklin

Este experimento se assemelha visualmente a uma ampola, pois contém dois recipientes de vidro, sendo um na extremidade superior e outro na extremidade inferior. As duas extremidades são ligadas por um tubo também feito de vidro, cuja finalidade é permitir a passagem de um líquido colorido e volátil de um recipiente a outro. A passagem desse líquido entre essas extremidades é devido a sua resposta às mudanças de temperatura em seu entorno. Isso significa que ao se segurar uma das extremidades deste Ebulioscópio, o calor trocado entre o experimento e a mão, de quem o segurou, fará o líquido reagir e migrar de uma extremidade à outra. Esse fenômeno físico está ligado ao processo natural que as substâncias apresentam ao serem aquecidas, sendo que nesse caso o gás presente no interior dos recipientes ao ser aquecido exerce uma força sobre o líquido fazendo-o mudar de recipiente.

9. Momento Angular

Este experimento é composto por uma roda de bicicleta com um eixo suficientemente grande a ponto de facilitar o manuseio. A roda ao ser girada produz o momento angular que é a grandeza física associada a rotação e translação. Quando a presença dessa grandeza é observada, fica consideravelmente difícil alterar a inclinação dessa roda girando. Com isso, através desse experimento fica mais fácil a compreensão e a visualização dessa grandeza física.



Figura 8 – Momento Angular

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

10. Fibra Óptica

Experimento composto por um tubo feito de material transparente que permite a passagem de luz proveniente de três lâmpadas de cores diferentes estrategicamente posicionadas em uma das extremidades desse tubo. Para observar o fenômeno científico através desse experimento, deve-se ligar uma das luzes e alinhar uma das extremidades do tubo com a lâmpada acesa de forma que a luz, que sempre se move em linha reta, incida nessa extremidade. O fenômeno observado será como se a luz fosse conduzida através do tubo e sua explicação está relacionada com o conceito de refração da luz, em que dependendo do ângulo que o raio de luz apresenta ao incidir na superfície transparente, ele sofrerá um desvio maior ou menor na sua trajetória. Dependendo do material que o tubo é confeccionado e/ou do ângulo de incidência do raio de luz na extremidade do tubo, o desvio será tão grande que a luz vai refletir ao invés de simplesmente atravessar o material. As reflexões sucessivas apresentadas pelo raio de luz darão a impressão de que o tubo está conduzindo o raio de luz.



Figura 9 – Fibra Óptica

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

11. Gerador 1

Este experimento é composto por duas polias, uma maior que a outra, unidas por uma espécie de correia de borracha. Uma dessas polias, a maior delas, está ligada a uma espécie de manivela que, ao ser girada, transfere a energia cinética relativa ao movimento de giro da manivela para a outra polia menor através da correia de borracha. Essa polia menor está ligada a um gerador de corrente elétrica que, através da indução eletromagnética, transforma a energia cinética do movimento de giro da manivela em energia elétrica que faz acender algumas lâmpadas pequenas que estão ligadas a esse gerador. Quanto mais rápido a manivela é girada, mais intenso é o brilho da lâmpada.

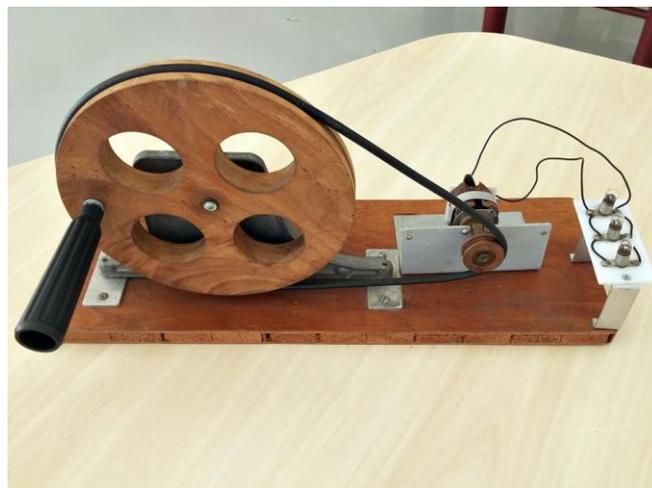


Figura 10 – Gerador 1

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

12. Radiômetro de Crookes

Experimento composto por uma lâmpada incandescente, fixa em um suporte vertical de madeira, e o dispositivo principal conhecido como radiômetro. Este radiômetro é composto por uma espécie de ventoinha envolvida em um bulbo de vidro, lembrando a aparência de uma lâmpada incandescente, fixada a um suporte de madeira horizontal. Quando a luz incandescente é ligada, a ventoinha apesar de estar protegida de qualquer ação do vento, por estar dentro do bulbo de vidro, começa a girar. Tal fenômeno pode ser explicado se analisando a natureza corpuscular da luz, sendo esta composta por partículas chamadas fótons que ao serem produzidas na lâmpada incandescente atravessam o bulbo de vidro e colidem com as pás da ventoinha. Quando esta colisão acontece, os fótons transferem a sua energia de movimento, já que se movem a velocidade da luz, para as pás fazendo com que elas girem.



Figura 11 – Radiômetro de Crookes

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

13. Associação de Espelhos Planos

Este experimento consiste em três espelhos dispostos de forma ortogonal um em relação aos outros dois, ou seja, um espelho está, ao mesmo tempo, associado perpendicularmente com os dois outros espelhos. Com isso, qualquer objeto que é colocado no meio dos três espelhos produz quatro imagens nos espelhos. Essa relação de uma imagem a mais em relação ao número de espelhos se deve ao fato de que além de cada espelho refletir a imagem do objeto que é colocado em sua frente, por causa da forma como estão associados, irão refletir também a imagem produzida pelo espelho do lado. O fato de cada espelho refletir além da imagem do objeto, a imagem que outros espelhos produziram do mesmo objeto cria essa imagem a mais vista por um observador de frente para o experimento.

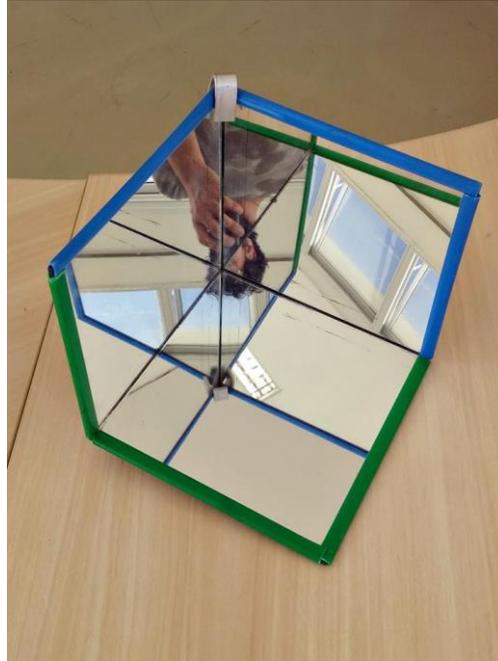


Figura 12 – Associação de Espelhos Planos

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP

14. Espelhos Angulares

Este experimento é composto por dois espelhos planos que estão fixos em uma base móvel, mantendo um ângulo obtuso entre eles. Esta base, por sua vez, pode girar livremente 360° sobre um apoio de madeira. Sendo assim, quando um observador olha de frente para os espelhos, percebe sua imagem de forma direita, contudo quando se gira a associação de espelhos num ângulo de 90° , o observador perceberá que sua imagem girou 180° . Esse fenômeno ocorre devido a forma como os espelhos estão associados e forma como a imagem do observador se forma nessa associação de espelhos.

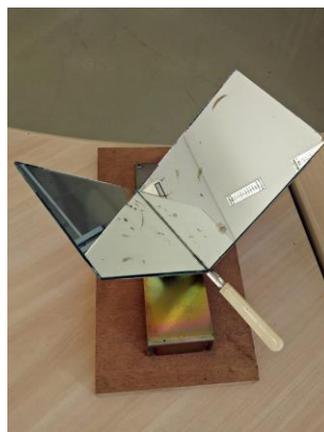


Figura 13 – Espelhos Angulares

Fonte – Imagem disponibilizada pelo grupo de pesquisa IyL 2015 FEG-UNESP