

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS –
MESTRADO PROFISSIONAL**

**UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO CAUSADO PELA
INTERAÇÃO MUSEU-ESCOLA NA RELAÇÃO
PROFESSOR-ALUNO NAS AULAS DE FÍSICA**

Daniela de Andrade Santos

Itajubá, Fevereiro de 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL**

Daniela de Andrade Santos

**UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO CAUSADO PELA
INTERAÇÃO MUSEU-ESCOLA NA RELAÇÃO
PROFESSOR-ALUNO NAS AULAS DE FÍSICA**

Dissertação submetida ao programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Fevereiro de 2015

Itajubá - MG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO
PROFISSIONAL**

Daniela de Andrade Santos

**UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO CAUSADO PELA
INTERAÇÃO MUSEU-ESCOLA NA RELAÇÃO
PROFESSOR-ALUNO NAS AULAS DE FÍSICA**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 24 de
Fevereiro de 2015, conferindo ao autor o título de ***Mestre
em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.***

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro (Orientador)

Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva

Prof. Dr. Silmar Antônio Travain

Prof. Dr. Agenor Pina da Silva

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal a realização de um estudo acerca da relação museu-escola e suas implicações em sala de aula. Os museus de ciências apresentam-se naturalmente ligados ao ensino de ciências, suas exposições e atividades possuem um alto potencial motivador para a aprendizagem, além disso, o museu de ciências através de uma metodologia dinâmica de contextualização conceitual pode preencher lacunas que a escola, por diversos motivos, não é capaz de propiciar. Nesse sentido, uma relação de parceria bem estabelecida entre o museu e a escola, na qual se respeite as particularidades de cada um desses espaços, pode representar um apoio significativo para o aprendizado de ciências. No entanto, propor uma ação educativa com a finalidade de articular as atividades desenvolvidas em espaços de ensino não formal com o ensino formal requer, entre muitos cuidados, que se leve em conta as opiniões e as condições de trabalho do professor que conduz a ação, tendo em vista aspectos próprios de sua identidade docente. Posto isso, desenvolvemos este trabalho em dois momentos: primeiramente buscamos ouvir a opinião de professores de Física acerca do papel das atividades experimentais no aprendizado de conceitos científicos e da contribuição de ações educativas realizadas em museus e centros de ciências para o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos. Para isso, solicitamos que os docentes respondessem a um questionário aberto e estruturado. A partir dos resultados obtidos no questionário foi possível ter uma noção das concepções mais gerais dos professores acerca dessa relação e também conhecer algumas dificuldades para o estabelecimento dessa parceria. Num segundo momento da pesquisa, elaboramos um material de apoio que pudesse auxiliar o professor no planejamento desse tipo de atividade de acordo com as dificuldades por eles apontadas. Solicitamos então, a dois professores de física do ensino médio, colaboradores de nossa pesquisa, que planejassem e desenvolvessem uma atividade, em sala de aula, abordando uma visita a um museu de ciências com e sem a ajuda desse material. As aulas foram gravadas e posteriormente analisadas. A análise dos dados mostrou que, de fato, a visita ao museu de ciências traz contribuições significativas para as interações professor-aluno em sala de aula no sentido de que os estudantes se mostraram muito mais participativos durante a aula pós-visita. Contudo, os professores enfrentaram grandes dificuldades, tanto em lidar com uma atividade que foge de seu domínio metodológico, como também, em lidar com uma maior interação dos alunos no contexto de sala de aula. Isso nos levou a concluir que promover a relação museu-escola, além de tornar o ensino de ciências mais atrativo e produtivo, pode contribuir para o enriquecimento cultural dos envolvidos. Porém, chamamos atenção para a necessidade de uma melhor preparação e orientação dos professores que mediarão essa ação.

Palavras-chave: Relação museu-escola, ensino não formal, aprendizagem em museus.

Abstract

This work has the main goal of performing a study about the museum-school relationship and its implications in classrooms. The science museums are naturally linked to science education; their exhibitions and activities have a high motivating potential to learning and apprenticeship, and besides that, the science museum through a dynamic methodology of conceptual contextualization can fill some gaps that the school, for various reasons, can't fill. In this way, a well-established partnership relation between the school and the museum, that respects the particularities of each of them, can represent a significant support for the teaching of science. However, proposing an educational action in order to articulate the activities developed in non-formal teaching environment with activities developed in formal teaching environment requires, between other cautions, that the opinions and working conditions of the teacher who will conduct the action are taken into account. That being said, we developed this work in two times; first, we heard the opinions of Physics teachers about the roll of experimental activities in the learning of scientific concepts and the contribution of the educational activities held in museums and science centers for the process of teaching and learning of the students. To reach that, we asked the teachers to answer an open and structured questionnaire. Through the results obtained from the questionnaire it was possible to have an idea of the general conceptions of the teachers about this relationship and also get to know some of the difficulties for the establishment of this partnership. In a second moment, we prepared a supporting material that could help the teacher in planning this kind of activity according to the difficulties pointed by them in the first moment. We then asked the collaborating teachers to plan and develop an activity to be held in class addressing a visit to a science center with and without the support of this material. The classes were recorded and then analyzed. The analysis of the data showed that, in fact, the visit to the science museum brings significant contributions to the interactions between teacher and student in classroom, in a way that the students show themselves a lot more participative during the class of resumption of the visit. However, the teachers faced major difficulties both in dealing with an activity that is not of your methodological domain as in dealing with a higher interaction of the students. This led us to conclude that promoting the relationship museum-school, besides making the teaching of science more attractive and productive, contributes to the cultural enrichment of the individuals involved. But we call attention to a better preparation and orientation of the teachers who will conduct this action.

Keywords: museum-school relationship, informal education, learning in museums.

Lista de figuras

Figura 1: Classificação dos espaços de aprendizagem	15
Figura 2: vista geral do prédio – InovEE	38
Figura 3: Esquema de como a energia é contextualizada nos shows	39
Figura 4: Experimento do Gerador de Van de Graaff	40
Figura 5: Demonstração do Gerador de Van de Graaff	41
Figura 6: Fotos do Hall de exposição do InovEE, centro de Ciências.....	42
Figura 7: Tela de abertura do software desenvolvido	44
Figura 8: Telas do software relacionadas com o tópico de histórico	45
Figura 9: Tela relacionada ao tópico funcionamento explicando o modelo atômico	45
Figura 10: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando a formação íons positivos ou negativos	46
Figura 11: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por atrito	46
Figura 12: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por contato	47
Figura 13: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por indução	47
Figura 14: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de funcionamento do gerador de Van de Graaff	48
Figura 15: Experimento de eletrostática	76

Lista de Quadros

Quadro 1: Caracterização do discurso do professor em interações dialógicas em sala de aula	36
Quadro 2: Perfil dos participantes da pesquisa	58
Quadro 3: Categorização do discurso do professor AL na aula Pré-visita	65
Quadro 4: Categorização do discurso do professor AI Pós-visita	70
Quadro 5: Categorização do discurso do professor JM na aula Pré-visita	78
Quadro 6: Categorização do discurso do professor JM na aula Pós-visita	84

Sumário

Introdução	10
1. 1. Diferentes concepções sobre modalidades do ensino de Ciências.....	14
1.1 O Ensino Formal, não formal e informal	14
1.2 A Relação entre as instituições de Ensino formal e não formal	16
1.3 Relação museu-escola: como estabelecer?	18
2. A aprendizagem em museus de ciências e a teoria de Vigotski	20
2.1 Aprendizagem segundo Vigotski	20
2.2 Aprendizagem em espaços de ensino não formal segundo a teoria de Vigotski	24
3. Metodologia de pesquisa	28
3.1 Metodologia de coleta de dados	28
3.2 Questionário para os professores sobre a importância da relação museu-escola	29
3.3 Atividade escolar envolvendo um centro de ciências	30
3.3.1 Metodologia de análise de dados	32
3.4 O centro de ciências – InovEE	37
3.5 O software desenvolvido	43
4 Apresentação e análise dos dados	50
4.1 Concepções dos professores sobre o papel dos museus de ciências no ensino formal	51
4.1.1 Algumas considerações	55
4.2 Descrição e análise das aulas	56

4.2.1 Descrição da atividade do professor AI	56
4.2.2 Análise das aulas do professor AI	57
4.2.3 Descrição da atividade proposta pelo professor JM	68
4.2.4 Análise das aulas do professor JM	71
5. Considerações Finais	83
Referências	88
Apêndice A – Roteiro de perguntas para os professores	93
Apêndice B – Transcrição das aulas do professor AI	94
Apêndice C – Transcrição das aulas do professor JM	102
Apêndice D – Avaliação do software desenvolvido para os professores.....	114

Introdução

A opção por trabalhar com o ensino não formal de ciências surgiu de algumas inquietações que emergiram ainda durante o período de graduação em Licenciatura em Física. Ao longo desse tempo tive a oportunidade de atuar como monitora em uma exposição de experimentos de Física que acontece todos os anos no evento “Semana da Física” da FEIS, Faculdade de Engenharia, do *campus* de Ilha Solteira – UNESP.

Nesse evento, além de atividades direcionadas aos alunos do curso de Física, realizávamos uma feira de ciências com exposição de diversos experimentos de Física para alunos do Ensino Médio de toda a região.

Participei deste evento como monitora logo no meu primeiro ano como aluna de graduação. Recordo-me com clareza de como fiquei envolvida com todos aqueles experimentos e de como achei tudo aquilo fascinante, afinal, muito daquilo ainda era novidade e eu achava o máximo aprender e ao mesmo tempo participar daquele show de demonstrações.

Mesmo não atuando como monitora, nos anos subsequentes continuei frequentando o evento para dar apoio aos calouros que conduziam as apresentações experimentais. A essa altura, passada a euforia dos primeiros anos e com o contato com a docência através do estágio supervisionado, adquiri um olhar mais crítico sobre as atividades de demonstrações experimentais desenvolvidas para os alunos do Ensino Médio e passei a observar com um pouco mais de atenção todo aquele universo das demonstrações.

Em minhas observações, notei que havia um certo distanciamento entre o que tínhamos a oferecer e o que os visitantes realmente esperavam. As apresentações pareciam ocorrer em fases, quando o monitor falava e quando o monitor fazia a demonstração. Enquanto o monitor falava os alunos permaneciam passivos, somente olhando e esperando a demonstração, quando questionados dificilmente emitiam uma resposta como retorno. Mas a postura passiva dos visitantes mudava no exato momento em que se iniciava a demonstração experimental, eles queriam manipular e participar dos experimentos, deixando a impressão de que aquilo se tratava de pura diversão, que eles só queriam brincar com os experimentos. Sem

falar no professor da turma visitante, que muitas vezes só se aproximava do grupo de alunos para cobrar disciplina e se mantinha em uma posição passiva deixando os alunos “brincarem”.

A partir de tais observações foram surgindo alguns questionamentos. Qual era o nosso objetivo com aquelas exposições? Será que montamos todos aqueles aparatos e preparamos todas essas explicações apenas para divertir os visitantes? E eles, os alunos, o que será que enxergam em uma demonstração experimental? É apenas uma “brincadeira de Física”? O que os professores buscam em uma exposição experimental? E a mais inquietante, e mais importante de todas as questões: Qual o proveito que esses professores e alunos tiram dessas experiências?

Tais inquietações não foram sanadas no período de graduação, me acompanharam e ressurgiram nessa nova fase como motivação para a pesquisa de mestrado.

Partindo da ideia de que as feiras itinerantes de ciências, assim como museus e centros de ciências configuram-se como espaços de ensino não formal e, sendo assim, possuem alto potencial de aprendizagem. Porém, as observações de situações como a descrita anteriormente é a de que esse potencial não é devidamente explorado pelos visitantes, em especial, os professores.

Alguns trabalhos, tais como Marandino (2001), Gaspar (1992), Vieira *et. al* (2005), entre outros, apontam para a importância das escolas explorarem mais a fundo o potencial educativo dos museus e dos centros de ciências, também chamados de espaços de ensino não formal, visando o estabelecimento de uma relação de parceria entre essas duas instituições educacionais.

É possível perceber através da revisão bibliográfica que as possibilidades de estreitamento da relação museu-escola são diversas. Porém, propor uma ação educativa com a finalidade de articular as atividades desenvolvidas em espaços de ensino não formal com a escola, espaço de ensino formal, requer, entre muitos cuidados, que se leve em conta as opiniões e as condições de trabalho do professor que mediará essa relação.

Carga horária elevada, escassez de recursos, falta de informação e até mesmo problemas relativos à formação inicial, podem ser alguns dos fatores que dificultam o envolvimento do professor em ações dessa natureza. O que não justifica também, que a possibilidade de um maior aproveitamento de atividades extraclasse seja simplesmente deixada de lado. Por essa razão, optamos por voltar nossa atenção para o trabalho docente.

Dessa forma, foi estabelecido como objetivo geral deste trabalho investigar o desenvolvimento do trabalho do professor diante de uma atividade que envolva museus ou centros de ciências e qual o impacto de tal atividade na rotina de sala de aula do ponto de vista da interação aluno-professor. Julgamos necessário, portanto, entender como a visita ao museu ou centro de ciências é tratada pelo professor em sala de aula, ou seja, como as questões que são discutidas e contextualizadas nos espaços não-formais são ou não aproveitadas pelo professor em suas aulas formais.

Como produto da pesquisa realizada, foi desenvolvido um material de apoio para o professor em formato de software com o intuito de auxiliá-lo no planejamento de atividades educativas envolvendo a visita dos alunos a um museu de ciências e o trabalho pedagógico realizado no contexto de sala de aula. A proposta é que essa ferramenta possa contribuir para que atividades pré e pós-visitas possam ser realizadas em sala de aula para melhor aproveitar as atividades que são realizadas nos museus e centros de ciências. Nesse aspecto, a avaliação desse recurso desenvolvido também se mostrou como etapa importante da pesquisa.

Portanto, como consequência natural do processo de pesquisa os seguintes objetivos específicos foram apontados:

- Levantar as ideias e opiniões de professores de física em relação às visitas de seus alunos aos museus e centros de ciências;
- Estudar o impacto que uma atividade, proposta pelo professor envolvendo uma visita a um centro de ciências, causa nas aulas de física do ponto de vista da interação professor-aluno;
- Investigar se uso de uma ferramenta didática pode proporcionar ao professor melhores condições para o planejamento e execução de atividades dessa natureza.

Dessa forma, esta pesquisa constitui-se em cinco capítulos: no primeiro apresentamos uma breve definição sobre diferentes modalidades de ensino de ciências, entre elas o ensino formal, não formal e informal, posteriormente será apresentada uma breve discussão sobre as possibilidades de relações entre as modalidades de ensino formal e não formal. Em seguida realizamos uma discussão acerca das possibilidades de aprendizagem nos museus de ciências, destacando aspectos próprios da relação museu-escola e como ela pode ser estabelecida. No segundo capítulo trataremos da aprendizagem através da relação do ensino formal com o ensino não formal à luz do referencial teórico de Vigotski. A descrição detalhada da pesquisa, com a caracterização dos procedimentos de coleta e análise de dados utilizados, é feita no capítulo três. No quarto capítulo, apresentaremos os resultados obtidos bem como sua análise e discussão. Por fim, nossas considerações finais são apresentadas no quinto e último capítulo.

1. Diferentes concepções sobre modalidades do ensino de Ciências

Aprender e ensinar faz parte da vida do ser humano, é prática constante da vida em sociedade. Como bem destaca Gaspar (1992), aprende-se na escola, em um passeio ao zoológico, assistindo a um documentário na TV, em uma boa conversa com alguém mais experiente ou de uma área de formação diferente, enfim, os meios disponíveis em nosso cotidiano para promover enriquecimento cultural ou, até mesmo, promover a aprendizagem são, de fato, numerosos e variados.

Cada meio de disseminação de conhecimento possui um modo de fazê-lo, ou seja, possuem aspectos que caracterizam uma modalidade de ensino. Na literatura podemos encontrar três denominações referentes a modalidades de ensino: ensino formal, ensino não formal e ensino informal.

Para tratar da aprendizagem em espaços de ensino não formal e sua relação com o ensino formal, foco principal deste trabalho, é preciso que definir as características de cada uma dessas modalidades de ensino.

1.1 O Ensino Formal, não formal e informal

Dentre tantas definições referentes às modalidades de ensino encontradas na literatura há um consenso entre diversos autores no que se refere ao ensino formal. A grande maioria deles defendem que o ensino formal é aquele que ocorre em espaço escolar institucionalizado, que possui organização cronológica e hierárquica (BIANCONI; CARUSO, 2005).

O que não é consenso entre os autores são os termos não formal e informal. Muitos deles optam por generalizar toda situação de ensino que não é formal, que não ocorre em espaço escolar, como sendo informal, utilizando-os como sinônimos (GOHN, 2006).

Gaspar (2002), por exemplo, concebe como ensino formal aquele com reconhecimento oficial, abarcada por currículos e legislações específicas. Apesar de reconhecer a existência da classificação de ensino não formal, o autor opta por utilizar em seus trabalhos a designação informal para tratar do ensino em espaços não escolares.

Gohn (2006), discute as denominações para ensino formal, não formal e informal de acordo com as características de cada um quanto aos locais em que ocorrem, seus objetivos, seus mediadores, suas metodologias, entre outros. Neste estudo, a autora defende que a educação formal é aquela mediada pelo professor, que ocorre dentro da escola, que é planejada com base em um currículo a ser seguido e que tem por objetivo a obtenção de um diploma e a formação de um cidadão ativo. Já o ensino informal é aquele que ocorre durante o processo de socialização, com a família, amigos, colegas de trabalho, pode ocorrer em casa, no clube, na rua. Essa modalidade de ensino tem por objetivo principal a socialização do indivíduo, não se espera resultados dessa modalidade de ensino, “eles simplesmente acontecem a partir do desenvolvimento do senso comum nos indivíduos, senso este que orienta suas formas de pensar e agir espontaneamente” (GOHN, 2006, p. 30).

Ao tratar do ensino não formal, Gohn (op. cit.) não define com precisão essa modalidade, defendendo que a aprendizagem não formal ocorre no “mundo da vida” do indivíduo, sendo o “outro”, nas palavras da autora, o mediador da ação. O ensino não formal ocorre com uma certa intencionalidade de ensinar e é isso que fundamentalmente o difere do ensino informal. A autora destaca ainda alguns pontos fracos do ensino não formal e defende que esta é uma área ainda em construção.

Jacobucci (2008) também traz uma breve discussão sobre a classificação das modalidades de ensino. Assim como outros autores, ela também defende que o ensino formal é aquele que acontece dentro dos muros da escola, ou instituições de ensino superior, regulamentada através leis específicas e segue um regime seriado e organizado através de um currículo.

Posto que o ensino formal ocorre na instituição escolar, ou seja, no espaço formal, a autora supracitada aponta os espaços não formais de ensino como sendo espaços não escolares. No entanto, Jacobucci (op.cit.) destaca que nesses espaços não escolares podem ocorrer atividades de aprendizagem de acordo com sua estrutura, organização e objetivos. Podem ser classificados como instituições e não instituições. Para ilustrar essa definição a autora apresenta o esquema da Figura 1.



Figura 1: Classificação dos espaços de aprendizagem (JACOBUCCI, 2008)

Sendo assim, os espaços não formais de ensino podem ser instituições regulamentadas que possuem equipe técnica responsável por suas atividades, a exemplo dos museus, centros de ciências, planetários, jardins zoológicos, aquários, entre outros. Já os espaços não escolares que são considerados não-instituições, mas que são passíveis da adoção de práticas educativas incluem os parques, teatros, cinema, rios, trilhas, entre outros (JACOBUCCI, 2008).

Nesse sentido, levando em conta as características das modalidades de ensino destacadas por Gohn (2006), inferimos que os espaços institucionais não escolares, como os museus e centros de ciências, possuem a intencionalidade de ensinar, dentre tantos outros objetivos e são chamados, portanto, de espaços de ensino não formal.

1.2 A Relação entre as instituições de Ensino formal e não formal

Os museus de ciências, apesar de estarem tão naturalmente ligados ao ensino formal, não possuem como função primordial promover a aprendizagem formal de conceitos científicos. Segundo Marandino (2001), os museus de ciências têm como função principal ampliar a cultura científica dos cidadãos, porém em uma perspectiva diferente da escola. Essas instituições possuem uma forma particular de envolver o público com o conhecimento científico, sendo assim, “através de variados

estímulos oferecidos ao público, diferentes daqueles da escola, o processo de aquisição do conhecimento se torna particular nesses espaços” (MARANDINO, 2001, p. 93).

Sobre os aspectos positivos da aprendizagem em museus de ciências, Almeida (1997) destaca o ganho afetivo que as visitas nesses espaços podem proporcionar aos seus visitantes. De acordo com a autora, uma atividade de visitação pode gerar ganhos cognitivos e afetivos, porém, esses últimos se sobressaem devido a motivação e ao estímulo da curiosidade que estes espaços podem proporcionar.

Vieira *et.al* (2005), afirmam que, além de promover a motivação e ativar a curiosidade, as ações educativas promovidas nos museus e centros de ciências podem contribuir com a escola em seu processo de ensino formal de conceitos científicos. As autoras indicam que, se bem dirigidas, as atividades realizadas em espaços não-formais podem ser boas aliadas das aulas formais, isso porque longe de privilegiarem a memorização de informações, a discussão de conceitos, ideias e princípios científicos, as atividades realizadas nos museus e centros de ciências, podem ser feitas de modo a agregar bagagem cognitiva aos visitantes, pelo processo dinâmico de contextualização.

Além disso, Gaspar (1993) e Vieira *et.al* (2005) defendem a ideia de que os museus e os centros de ciências acabam, por oferecer aos visitantes, vivências que a escola não foi capaz de oferecer como a realização de atividades experimentais e a apresentação de recursos audiovisuais que facilitam e complementam a aprendizagem de conceitos.

Nesse sentido, fica claro que o potencial educativo dos museus de ciências pode ser um aliado do ensino formal se bem explorado. No entanto, é preciso ressaltar que estes espaços de ensino não podem ser vistos como simples complementos da educação formal; considera-los assim pode levar à chamada escolarização dos museus de ciências e, dessa forma, trazer prejuízos à relação museu-escola (MARANDINO, 2001).

Lopes (1991) trata da questão da escolarização dos museus de ciências. A autora concorda com a contribuição dos espaços de ensino não formal para o ensino

formal, no entanto há um problema em buscar no museu somente uma forma de enriquecer os currículos ou buscar nessas exposições um meio de ilustrar os conceitos científicos. A escolarização é “o processo de incorporação pelos museus das finalidades e métodos do ensino escolar” (LOPES, 1991, p. 449), esse processo caracteriza-se por impor aos alunos atividades metodologicamente iguais as da escola, como fazer anotações, relatórios de visita, avaliações de aprendizagem, enfim, atividades que levam o aluno a se portar como se estivesse na escola.

Marandino (2001) destaca outro fato que pode contribuir com o processo de escolarização dos museus: a questão dessas instituições utilizarem os saberes de referência da escola para o desenvolvimento de suas atividades, afinal, grande parte do público dos museus de ciências provém das excursões escolares, dessa forma há uma tendência a se adequar às necessidades da escola. Posto isso, Marandino (op.cit.) entende como promissor a interação entre o museu e a escola se a intenção do professor com a visita ao museu for, além da contextualização dos conceitos científicos trabalhados em sala de aula, a ampliação cultural de seus alunos.

1.3 Relação museu-escola: como estabelecer?

Algumas instituições de ensino não formal possuem ações educativas que visam um maior estreitamento de sua relação com as escolas. Muitas iniciativas são pautadas em cursos preparatórios para os professores ou atividades de pré-visita com orientações para os docentes. Podemos citar como exemplo o projeto “Visita Escolar Programada” desenvolvido no MAST- Museu de Astronomia e Ciências Afins, localizado no Rio de Janeiro. Nesse projeto os professores participam de reuniões e oficinas preparatórias antes de levar seus alunos ao museu e recebem orientações para a atividade somente durante a visitação (COSTA *et al.*, 2007).

De fato, esse estreitamento da comunicação entre educadores de museus e da escola pode ser muito promissor para o ensino de ciências, pois possibilita o desenvolvimento de programas de ação educativa (ALMEIDA, 1997). No entanto, essas ações voltadas ao professor podem, de certa forma, não ser tão eficientes no que diz respeito ao trabalho de sala de aula quando se limitam a orientar o trabalho

docente no espaço museal, fora da escola, fazendo com que atividade de visitação ao museu se torne algo isolado e pouco relacionado com o ensino formal.

Nesse sentido, seria razoável pensar em uma a o que possa ser estendida para além do momento da visita o, que adentrasse a sala de aula com o intuito de se formalizar o que foi apreendido no museu. Sendo assim, o professor deve assumir o papel de principal mediador dessa a o.

Alguns autores, a exemplo de Lorenzetti e Delizoicov (2001), apontam que a escola deve, através de seu corpo docente, elaborar diferentes estratégias de ensino para que os alunos aprendam ciências de maneira crítica, e citam neste trabalho a possibilidade de envolver os museus de ciências em tais estratégias. Os autores defendem que durante uma visita ao museu os alunos podem adquirir novos conhecimentos através das diversas possibilidades de intera o, sejam com monitores, com os experimentos em exposi o, com seus professores ou até mesmo com seus colegas. Dessa forma, ao retornarem   sala de aula, os professores têm a possibilidade de sistematizar esses novos conhecimentos, buscando um aprofundamento dos conceitos científicos e até mesmo a aprendizagem de outros conceitos.

Um dos pontos a serem abordados neste trabalho acerca da rela o museu-escola  , portanto, o posicionamento do professor diante dessas a es educativas, afinal,   ele quem, em última análise, planeja e desenvolve o ensino com alunos em sala de aula.

No entanto,   razoável entender primeiramente, como o processo de aprendizagem que se inicia nos museus de ciências, se estende e se concretiza na escola, para depois partir para o estudo acerca do trabalho do professor. Sendo assim, antes de chegarmos   sala de aula e ao trabalho docente, buscaremos entender como ocorre esse processo de aprendizagem através da teoria sociocultural de Vigotski.

2. A aprendizagem em museus de ciências e a teoria de Vigotski

Ao falar sobre teorias de aprendizagem na área de ensino não formal, Gaspar (1993) defende que uma teoria de aprendizagem adequada para estudos e análises de situações de sala de aula nem sempre são adequadas para tratar da aprendizagem em museus e centros de ciências, pois estes espaços possuem, não só diferentes modalidades de ensino, mas também possuem características próprias que os diferenciam em vários aspectos.

Sendo assim, o autor destaca três aspectos principais que uma teoria de aprendizagem deve abarcar para se mostrar efetivamente viável à análise dos processos de aprendizagem nos museus de ciências. Nesse sentido, a teoria deve justificar a possibilidade de aprendizagem nestes espaços, tratar da viabilidade do ensino não formal e justificar a forma de interação entre ensino formal e não formal. Tendo em vista esses aspectos, que serão discutidos ao longo deste capítulo, o autor sugere a teoria sociohistórica de Vigotski como sendo adequada para tal fundamentação. (GASPAR, 1993, p. 57)

Apresentaremos na sequência tais aspectos fundamentais da teoria do desenvolvimento de Vigotski, posteriormente faremos a transposição da fundamentação dessa teoria para os espaços de ensino não formal de acordo com as condições colocadas por Gaspar (*op. cit.*).

2.1 Aprendizagem segundo Vigotski

De maneira geral, a teoria de Vigotski trata do processo de aprendizagem através de diversas interações sociais, mediadas por um indivíduo mais capaz, que o aprendiz estabelece ao longo de suas experiências de vida.

Para Vigotski, o desenvolvimento de conceitos no ser humano tem início nos primeiros anos de vida da infância. É através da interação com os adultos, que a criança adquire, através da linguagem, os signos ou significados do mundo ao seu redor (IVIC, 2010).

Nesse sentido, Ivic (*op. cit.*) afirma que a criança através da interação social com o adulto, definido como parceiro mais capaz segundo a teoria vigotskiana e

portador das mensagens da cultura em que estão inseridos, apropria-se de uma forma de pensamento mais organizada chamada de pensamento verbal através da linguagem, tida como instrumento da interação.

Monteiro *et.al* (2014) apontam que Vigotski concluiu, através de um estudo experimental, que o desenvolvimento cognitivo do sujeito possui uma série de fases e estágios que vai desde a infância até a adolescência.

Gaspar (2006) define que na primeira fase do desenvolvimento a criança passa por um estágio denominado amontoado ou agregação desorganizada. Nessa fase, a criança atribui qualidades aos objetos, mas o faz de maneira arbitrária e sem critérios. Posteriormente, a criança evolui para um segundo estágio, denominado pensamento por complexos, no qual é capaz de relacionar objetos de maneira consciente de acordo com suas características. E assim, a criança vai evoluindo, conforme as relações que ela propõe entre a linguagem e o objeto vão se tornando cada vez mais concretas e lógicas, até um último estágio que Vigotski denomina de pseudoconceito.

Os pseudoconceitos constituem uma espécie de ponte cognitiva que estabelece a ligação entre o pensamento por complexos da criança ou do adolescente e o pensamento conceitual dos adultos. Essa comunicação verbal entre ambos é um poderoso fator no desenvolvimento infantil e adolescente, pois, na contínua interação social entre adultos e adolescentes ou crianças, ele faz com prevaleça o significado adulto da palavra – o conceito por ela expresso, o que implica alguma nova formação ou reformulação estrutural na mente da criança ou do adolescente (GASPAR, *opus cit*, p. 169).

Sendo assim, a fase dos conceitos ocorre a partir da adolescência quando o indivíduo se torna capaz de atribuir significado e compreender o sentido da palavra, marcando a verdadeira formação do pensamento linguístico (MONTEIRO, 2006).

Diferente das diversas teorias de aprendizagem que defendem que novos conceitos só serão adquiridos se as estruturas cognitivas já estiverem formadas, a teoria de Vigotski afirma que essas estruturas cognitivas vão se formando à medida que novos conceitos vão sendo adquiridos (GASPAR, 1993).

No entanto, os conceitos possuem uma classificação segundo a teoria vigotskiana, eles podem ser espontâneos, também chamados de cotidianos, ou científicos.

Os conceitos espontâneos são adquiridos pelo indivíduo de maneira informal através de suas vivências e interações com amigos, família, vizinhos entre outras possibilidades em seu contexto social. (GEHLEN *et.al*, 2009).

Segundo Mortimer e El-Hani (2013), os conceitos espontâneos passam por um processo de internalização em duas fases, a interpsicológica e a intrapsicológica. Segundo os autores, através das relações sociais, as funções mentais aparecem em um plano interpsicológico, externo, posteriormente, aparecem no plano mental, intrapsicológico, interno. “Segue daí que o pensamento individual se desenvolve pela internalização de ferramentas culturais tornadas disponíveis pelas interações sociais.” (p. 3)

Diferente dos conceitos espontâneos, os conceitos científicos são aqueles que o indivíduo adquire de maneira formal, na escola, mas apesar de terem origens diferentes, para Vigotski esses termos são altamente relacionados. Segundo Schroeder (2007), os conceitos científicos não são assimilados pelo sujeito de maneira direta, de uma só vez. Essa assimilação depende de um processo de mediação e da capacidade do indivíduo de formar conceitos. Ainda segundo este autor,

Para Vygotsky, o desenvolvimento dos conceitos científicos apoia-se em um nível de maturação dos conceitos espontâneos, que atinge grau cada vez mais elevado conforme a criança segue cronologicamente o seu percurso escolar. Os conceitos espontâneos não se encontram, digamos, protegidos na consciência infantil, muito menos estão separados dos conceitos científicos, mas se encontram em um único e contínuo processo interativo. (SCHROEDER, *opus cit*, p. 306).

Nesse sentido, podemos inferir que os conceitos espontâneos, de certa forma, servem de base para que o sujeito tenha condições de formalizar os conceitos científicos, além disso, quanto maior for o repertório de conceitos espontâneos do aprendiz, maiores serão as chances de formalização do conceito científico proposto. Por exemplo, para que o aprendiz entenda o conceito científico de velocidade, é preciso que tenha predefinido o conceito espontâneo de distância e tempo.

Entendemos também que esse processo de maturação dos conceitos não científicos, viabilizando a formação dos conceitos científicos, não ocorre de forma espontânea, ou seja, sem a interferência ou mediação. Para isso faz-se necessária a

interação do aprendiz com o parceiro mais capaz, respeitando os limites da zona de desenvolvimento proximal do sujeito menos capaz (GASPAR, 2006).

O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal ou Zona de Desenvolvimento Imediato, proposto por Vigotski, pode ser entendido como um desnível entre o que o indivíduo sabe ou, o que o indivíduo é capaz de fazer sozinho e o que ele pode fazer com a ajuda de um parceiro mais capaz.

Para exemplificar e ilustrar o conceito de zona de desenvolvimento proximal, Gaspar (1993) sugere que imaginemos a seguinte situação: Suponhamos que duas crianças possuem um nível de desenvolvimento mental de uma criança de 8 anos e que essas crianças são submetidas a uma tarefa de nível de desenvolvimento superior com o apoio de um mediador. Ao fim da tarefa verifica-se que uma das crianças realiza a tarefa com um nível mental de doze anos e a outra com o nível mental de nove anos. Podemos então dizer que a zona de desenvolvimento proximal da primeira, a que atinge o nível mental de doze anos é maior que a da segunda, que atinge somente o nível mental de uma criança de nove anos.

Verifica-se, portanto, que crianças com o mesmo nível de desenvolvimento real podem ter diferentes desempenhos de aprendizagem. Isso justifica o fato de em uma mesma turma de alunos, por exemplo, uns terem mais facilidade em determinadas tarefas do que outros.

Gaspar (2006) destaca ainda que quanto maior a eficiência da interação social com o parceiro mais capaz dentro da zona de desenvolvimento proximal, mais estimulado estará o aprendiz a utilizar toda a sua potencialidade cognitiva.

É importante destacar que a aprendizagem somente será um processo efetivo se a mediação, ou a interação social, ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal do indivíduo aprendiz. Nesse sentido, Gaspar (*opus cit*) chama atenção para a relação entre a eficiência do ensino em função da eficiência da interação, ou seja, quanto mais a zona de desenvolvimento proximal for aproveitada, maior será a promoção da aprendizagem.

Vigotski, no entanto, não deixa claro em sua obra quais os parâmetros que se devem ser observados e as estratégias a serem seguidas para se obter um maior

aproveitamento da zona de desenvolvimento proximal do indivíduo (MONTEIRO, I, C.C. e GASPAR, 2007).

Wertsch (1984) apresenta três construtos teóricos para melhor caracterizar o processo de interação social, podendo ser entendidos também “como condições pedagógicas a serem satisfeitas para que se estabeleça uma interação social mais profícua” (GASPAR e MONTEIRO, I,C,C., *opus cit*, p.234). Sendo eles: a definição de situação, a intersubjetividade e a mediação semiótica.

A definição de situação pode ser entendida como a maneira que cada indivíduo entende uma tarefa proposta. É o significado que cada participante da ação atribui ao que lhes está sendo colocado, nesse sentido, quando duas pessoas interagem, seja na resolução de um problema ou na execução de uma tarefa, é possível que cada um entenda a situação de maneira diferente, dessa forma, cada um buscará uma solução diferente ou adotará estratégias diferentes para a execução da tarefa (GASPAR, 2006).

Sendo assim, podemos inferir que a definição de situação em uma sala de aula acaba se tornando um dos maiores desafios enfrentados, mesmo que implicitamente pelo professor. Se levarmos em conta que cada aluno pode possuir um desnível diferente em sua zona de desenvolvimento proximal e que isso pode influenciar na definição de situação realizada por cada indivíduo, a missão de estabelecer uma situação aproximadamente igual para todos os alunos pode se tornar uma tarefa árdua e trabalhosa.

Já a intersubjetividade é definida como ação entre os sujeitos para promover a redefinição de situação. Segundo Monteiro *et al.* (2008), ela está fortemente relacionada à capacidade de compreensão do indivíduo sobre a situação proposta, pode ser entendida como um processo de negociação para se estabelecer uma nova situação.

Para que ocorra a intersubjetividade é preciso que o parceiro mais capaz faça uso de mecanismos e de formas adequadas de linguagem no processo de negociação. A esses mecanismos Wertsch (1984) deu o nome de mediação semiótica.

A mediação semiótica é toda a simbologia de que adultos e crianças ou professores e alunos dispõem para o estabelecimento da intersubjetividade em uma interação social e, portanto, perpassa pela linguagem oral, gestual, escrita, matemática, apresentações experimentais, analogias, entre quaisquer outros mecanismos culturais que possam facilitar e promover o processo interativo (MONTEIRO *et.al*, 2014).

Dessa forma, entendemos que para compreender a formação de conceitos e aprendizagem com base na teoria da interação social de Vigotski, precisamos levar em conta os pontos levantados por Wertsch expostos neste texto, pois caracterizam as interações sociais verdadeiras que levam, de fato, à formação de conceitos.

2.2 Aprendizagem em espaços de ensino não formal segundo a teoria de Vigotski

Como foi colocado no início deste capítulo, Gaspar (1993) destaca que uma teoria educativa que possibilite o estudo do processo de aprendizagem envolvendo o museu e a escola deve abarcar três aspectos: justificar a possibilidade de aprendizagem nestes espaços, tratar da viabilidade do ensino não formal de ciências e justificar a forma de interação entre ensino formal e não formal. A seguir, discutiremos tais aspectos buscando justificar a escolha do referencial adotado.

A teoria de Vigotski está pautada nas interações sociais como foi colocado anteriormente, para que haja aprendizagem é preciso que haja interação entre indivíduos com diferentes níveis cognitivos. Nesse sentido, o museu de ciências possibilita a ocorrência de diversos tipos de interações, sendo elas entre alunos e monitores do museu, entre alunos e professores ou, até mesmo, a interação aluno-aluno. Esse requisito da teoria vigotskiana satisfaz o primeiro aspecto apontado, desde que a interação ocorra dentro dos limites da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz (GASPAR, 1993).

Marandino (2001) observou que durante a visita ao museu seus alunos interagem entre si, levantavam hipóteses, faziam comentários e trocavam experiências, tudo isso através da mediação dos objetos e modelos da exposição em questão. Nesse sentido a autora defende que

esta experiência parece oferecer a possibilidade de ocorrência de influências mútuas nas zonas de desenvolvimento proximais desses indivíduos, fornecendo elementos para que, neste ou em outros momentos, possa ocorrer a aprendizagem real (MARANDINO, *op. cit.*, p. 94)

Quanto ao segundo aspecto, de que a teoria deve tratar da viabilidade do ensino não formal de ciências, Gaspar (1993) ressalta que esta modalidade de ensino é caracterizada por aflorar as concepções espontâneas, ou não científicas, do indivíduo. No entanto, essas concepções podem emergir de forma equivocada, bem diferente da concepção cientificamente aceita. À luz da teoria vigotskiana essas concepções espontâneas, não são um problema para a aprendizagem de conceitos científicos.

A teoria de Vigotski difere das teorias de Piaget e Ausubel no que diz respeito a formação das estruturas cognitivas do aprendiz. De acordo com Piaget e Ausubel, para que ocorra a formação de novos conceitos é preciso que as estruturas cognitivas já estejam formadas, dessa forma, as novas concepções serão agregadas a essa estrutura cognitiva dando origem a novos conceitos (NEVES; DAMIANI, 2006).

Para Vigotski, a estrutura cognitiva do indivíduo não se configura como ponto de partida para a aprendizagem de conceitos, sua formação ocorre em conformidade com as interações sociais.

Gaspar (1993) afirma que o processo de mediação semiótica depende do repertório de concepções espontâneas do indivíduo, mesmo que elas sejam errôneas. Dessa forma,

as exposições de um museu ou centro de ciências podem ser entendidas como uma forma de ampliar o repertório de pseudoconceitos do visitante, que poderão vir a se tornar conceitos verdadeiros por um processo de mediação semiótica que pode ocorrer com o tempo, tanto na escola como fora dela. É importante notar que sem os pseudoconceitos essa mediação não ocorre e, obviamente, os conceitos correlatos não encontram pontos de apoio para o seu desenvolvimento. (p. 79)

E, por fim, o terceiro aspecto, que diz respeito a forma de interação do ensino formal com o ensino não formal, consiste na ideia de que os conceitos científicos estão altamente ligados aos conceitos espontâneos. Segundo Schroeder (2007)

os conceitos científicos não são assimilados em sua forma já pronta, mas sim por um processo de desenvolvimento relacionado à capacidade geral de formar conceitos, existente no sujeito. Por sua vez, este nível de compreensão está associado com o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. (p. 299)

Voltado a especificidade da relação museu-escola, Gaspar (1993) defende que o aprendiz tanto pode se beneficiar no museu do que aprendeu na escola, como

também pode se beneficiar na escola do que aprendeu no museu, pois os conceitos científicos e espontâneos possuem uma relação de enriquecimento mútuo. Para o autor, os conceitos científicos formalizados na escola possibilitam o entendimento das concepções espontâneas e, no sentido oposto, os conceitos espontâneos adquiridos na visita ao museu, podem possibilitar a formalização de conceitos científicos na escola.

Sendo assim, entendemos que a teoria apresentada é adequada para atender os objetivos deste trabalho, pois permite entender de que maneira a visita ao museu de ciências pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos em sala de aula.

3. Metodologia de pesquisa

3.1 Metodologia de coleta de dados

Para iniciarmos nossa pesquisa, primeiramente, elaboramos um questionário *on-line* com oito questões abertas cujo objetivo era compreender como os docentes de Física, ligados à Diretoria Regional de Guaratinguetá, entendia o estabelecimento de uma parceria entre a escola e o museu de ciências e qual sua opinião sobre a importância dessa iniciativa. As respostas obtidas foram sistematizadas e posteriormente analisadas de acordo com os referenciais teóricos utilizados neste trabalho, as questões contidas no questionário encontram-se no apêndice A.

Também foi a partir das respostas obtidas no questionário que identificamos e selecionamos dois professores que se mostraram interessados em participar de nossa investigação.

A esses professores pedimos que elaborassem uma atividade para ser desenvolvida em sala de aula, mas que envolvesse uma visita a um centro de ciências. A fim de obter dados mais uniformes e padronizados, pedimos para que os professores trabalhassem com turmas de uma mesma série do ensino básico e escolhemos também um mesmo tema para a atividade de ambos. A série escolhida foi o terceiro ano do Ensino Médio e o tema das aulas foi o experimento do gerador eletrostático de *Van de Graaff*.

As atividades desenvolvidas pelos professores em sala de aula referentes a esse trabalho foram gravadas em vídeo e posteriormente transcritas para serem analisadas.

Para um dos professores entregamos um protótipo de software para auxiliá-lo na preparação da atividade, para o outro professor entregamos esse mesmo software somente depois da atividade realizada para fins de avaliação do mesmo.

Esse software, que será descrito em detalhes ao longo deste capítulo, foi desenvolvido para os fins deste trabalho e se constituirá como um produto final de nossa pesquisa. Sendo assim, julgamos importante fazer uma avaliação do mesmo com a ajuda dos professores, afinal é para eles que o produto será destinado.

Para a avaliação do produto elaboramos um questionário aberto e estruturado que foi respondido pelos professores participantes. Essa avaliação, porém não consta como objetivo da pesquisa, por isso será apresentada no apêndice D ao final deste trabalho.

A metodologia de pesquisa adotada no trabalho será descrita em detalhes a seguir.

3.2 Questionário para os professores sobre a importância da relação museu-escola

Nossa pesquisa buscou realizar um estudo sobre como visitas aos museus ou centros de ciências são tratadas pelos professores em sala de aula e como eles lidam com as atividades em sala de aula envolvendo as atividades realizadas nos espaços não formais de ensino. Nossa hipótese é que, se bem exploradas no contexto de sala de aula, as visitas aos museus de Ciências podem trazer contribuições significativas para o trabalho do professor de Física.

Assim, como citado anteriormente, primeiramente elaboramos um questionário *on-line* com oito questões abertas e o enviamos para um grupo de 57 professores de Física da rede pública estadual do Estado de São Paulo ligadas à Diretoria de Ensino de Guaratinguetá. O modelo deste questionário se encontra no apêndice A ao final deste trabalho.

Informamos aos professores a criação de um museu de ciências na UNESP/Guaratinguetá e que a instituição tinha o intuito de realizar uma parceria com as escolas da região de forma a trazer alunos e professores para a realização de visitas. Destacamos a importância dos professores, que desejassem estabelecer essa parceria, em responder o questionário enviado para que se pudesse elaborar um planejamento adequado desse processo colaborativo.

Evidenciamos, também, o intuito em realizar uma pesquisa para estudar o impacto dessas visitas no processo de ensino-aprendizagem no contexto das aulas de Física e que, por isso, gostaríamos de voluntários que se dispusessem a participar da proposta.

O questionário foi preparado para identificar, dentre os professores de Física das escolas públicas estaduais do Estado de São Paulo da região de Guaratinguetá, aqueles com interesse em participar de nossa pesquisa.

3.3 Atividade escolar envolvendo um centro de ciências

Uma vez escolhidos os professores de física do Ensino Médio que trabalhariam em colaboração com nossa pesquisa, demos prosseguimento às demais etapas do processo investigativo.

A atividade proposta aos professores colaboradores ocorreu em três momentos: a caracterização de aula pré-visita ao museu de ciências, a visita em si e a caracterização de uma aula pós-visita.

A caracterização da aula pré-visita se justifica na identificação do perfil das relações estabelecidas na interação professor-aluno antes da visita. Nesse sentido, a intenção foi investigar aspectos próprios do processo interativo em sala de aula entre professor e alunos e destes com o objeto do conhecimento.

Com relação ao acompanhamento da aula posterior à visita no museu de ciências, o objetivo foi o de investigar se haveria e quais foram as mudanças no padrão interativo entre professor e alunos, caracterizando:

- a) Aspectos particulares da visita ou da utilização do material pelo professor que contribuíram ou não para a melhoria da interação professor-aluno; e
- b) A existência ou não de retomadas, por parte dos alunos, de situações vividas na visita ao museu que contribuam para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos.

Com a caracterização da aula pós-visita o objetivo foi observar a possível mudança no padrão de aula estabelecida entre professor e alunos. Nessa perspectiva, o intuito foi comparar a aula pré-visita com a aula pós-visita em identificar a existência ou não nos aspectos interativos estabelecidos.

É importante ressaltar que os professores tiveram total autonomia no planejamento das aulas pré e pós-visita e na escolha da metodologia adotada.

Para termos um parâmetro mais coerente ao analisar os dados obtidos, optamos por escolher turmas de uma mesma série do Ensino Médio para que pudéssemos tratar dos mesmos conceitos físicos, possibilitando uma melhor visualização da real contribuição da visita ao museu, dessa forma foi escolhida a terceira série do Ensino Médio, pois os professores participantes tinham apenas essa série em comum.

Tendo em vista a escolha da série, foi sugerido aos professores o tema do Gerador eletrostático de *Van de Graaff* para o planejamento da atividade devido aos diversos conceitos físicos envolvidos em seu princípio de funcionamento que estão relacionados à temática abordada pelos professores com suas turmas no período em que planejamos a coleta de dados.

Além do fato dos conceitos científicos abordados no gerador *de Van de Graaff* estarem relacionados aos abordados pelos professores em sala de aula na época da coleta de dados, outro aspecto que contribuiu para a escolha desse experimento foi o fato de ser um dos que mais causam impacto nos visitantes de feiras de ciências, museus e centros de ciências, haja vista os efeitos que podem ser observados. Como destacam Capelari e Zukovski (2009), em geral, o “cabelo arrepiado”, causado por esse equipamento, gera muita curiosidade e chama muita atenção do público.

A ideia proposta aos professores foi a de que eles, tanto na aula pré-visita quanto na aula pós-visita, realizassem seus planejamentos de aulas de acordo com o que entendessem ser a melhor de forma de fazê-lo. Dessa forma, demos total autonomia aos professores, não interferindo em suas ações. Contudo, a um dos professores, foi entregue um software que desenvolvemos descrevendo e explicando os processos de divulgação científica que são realizados no centro de Ciências da UNESP/Guaratinguetá. Para o outro professor entregamos o mesmo software após a realização das atividades de pré e pós-visita realizadas.

A ideia em oferecer o software para apenas um dos professores é avaliar a influência do material de apoio que construímos no planejamento e na execução da atividade, a partir da comparação das ações de ambos os professores.

3.3.1 Metodologia de análise de dados

Partindo das considerações da Teoria Sociocultural de Vigotski, admitimos que as interações dialógicas no contexto do ensino de ciências, em sala de aula ou mesmo em um Museu de Ciências, são importantes, tendo em vista o fato de que é através da linguagem que são produzidas as ferramentas culturais das comunidades científicas e na qual deseja-se que aluno seja inserido.

Capecchi & Carvalho (1999 apud MONTEIRO 2002) afirmam que desde a década de 90 as pesquisas em ensino de Ciências têm dado maior ênfase a abordagens sociológicas em detrimento da psicológica. Isso, em grande medida, deve-se ao reconhecimento de que o aprendizado em ciências é um processo de aculturação, a partir do qual o aluno tem a oportunidade vivenciar práticas próprias da comunidade científica, apropriando-se da maneira pela qual esse grupo social constrói significados, trocam ideias e definem critérios e normas (MONTEIRO, *op.Cit.*).

Monteiro (*op. Cit.*), explica que a partir dessa abordagem mais sociológica, o Ensino de Ciências deve ser visto como uma forma de promover interações sociais em sala de aula, desencadeada em torno de temas científicos, na qual os alunos têm a oportunidade de vivenciar situações características das práticas científicas: levantar e testar hipóteses, construir explicações e argumentos que interpretem e justifiquem determinadas evidências experimentais, confrontar essas explicações e argumentos com aquelas construídas pelos pares.

Essa prática é coerente com a Teoria de Vigotski (1999), que entende o desenvolvimento cultural do indivíduo a partir de um processo que se estabelece em dois níveis: o primeiro ocorre em nível social (interpsicológico), a partir da interação do ser com as práticas sociais e culturais do grupo em que vive. Após essa etapa do processo, vem o segundo nível, de caráter individual (intrapicológico).

Nesse processo, Vigotski (*Op. Cit*), chama a atenção para o papel do parceiro mais capaz, ou seja, de um sujeito mais experiente na cultura em que se quer inserir o aprendiz. É o parceiro mais capaz que deve, a partir do processo de interação social, produzir uma mediação entre a cultura nova e aquela da qual o aluno faz parte.

Dessa forma, as interações dialógicas que se estabelecem no interior da sala de aula ou dos museus e centros de ciências devem ser capazes de produzir essa mediação.

É importante destacar que MONTEIRO (2002) enfatiza o fato de que não são somente as ideias, conceitos e princípios científicos que devem ser mediados em sala de aula, mas fundamentalmente a maneira como práticas sociais próprias da cultura científica produz seus enunciados. É claro que, nessa perspectiva, a maneira como evidências experimentais confirmam ou descartam hipóteses e são utilizadas para se construir argumentos que buscam justificar modelos e teorias científicas, são extremamente importantes para um aprendizado significativo de Ciências.

Mas como implementar uma prática pedagógica que de fato contemple o desenvolvimento desse tipo habilidade e competência? Como compreender a maneira como o professor deve conduzir seu discurso em sala de aula de modo a permitir mais do que simplesmente a imposição de ideias, conceitos, princípios e teorias pretensamente verdadeiras?

Monteiro (2002), propõe um instrumento de análise a partir de categorias gerais que caracterizam a fala do professor e do aluno em uma aula formal de ciências. O autor constrói categorias de análise referentes ao discurso docente. Segundo ele a fala do professor pode ser do tipo retórica, socrática ou dialógica.

A **argumentação retórica** caracteriza-se como um discurso docente centrado em processos de transmissão de conhecimentos, que utiliza ferramentas retóricas tradicionais para persuadir tacitamente uma audiência receptiva. Nessa categoria de discurso docente, os pensamentos ou ideias da audiência não são levados em consideração; apoia-se na concepção de que argumentar é propor uma série conectada de declarações que sustentam uma dada opinião.

Assim sendo, o autor julga pertinente associar a essa categoria geral do discurso docente, as seguintes subcategorias: a contextualização e a exposição.

- Contextualização é a atitude discursiva do professor que procura envolver o aluno com o tema a ser trabalhado em aula. Ao proceder dessa forma, o professor utiliza-se de sua autoridade, determinando, segundo seu compromisso com os objetivos, finalidades e conteúdos que definiu para

aquela aula, as tarefas que o aluno deve desempenhar. Percebe-se que essa ação docente evidencia a preocupação do professor por oferecer meios para que os alunos possam, ao realizar as tarefas propostas, aprender o conceito a ser ensinado.

- Exposição é o discurso docente caracterizado pela apresentação de ideias que possam subsidiar o aluno na compreensão de um determinado assunto. Esse encaminhamento não é desencadeado por questões propostas explicitamente por eles, mas é organizado pelo professor, quando este julga que os alunos necessitam de determinadas orientações para realizar as tarefas que ele determinou. Neste caso, como na contextualização, o aluno desempenha um papel passivo; é o professor que toma a iniciativa e conduz os rumos da aula.

A **argumentação socrática** é o discurso do professor que visa conduzir os alunos a determinadas conclusões que ele julga corretas. Nesse tipo de discurso, o professor induz os alunos a uma linha de raciocínio para que estes, quando questionados, apresentem uma resposta que ele avalia satisfatória.

Diferente da categoria argumentação retórica, que caracteriza uma ação docente independente de uma participação ativa do aluno, a argumentação socrática retrata um discurso docente organizado a partir das falas do aluno. Nesse padrão discursivo, o professor inicia sua fala questionando o aluno, esperando deste uma determinada resposta; se ela não ocorre ou é imprecisa, ou pouco clara, o professor reestrutura uma nova fala a partir das conclusões do aluno, a fim de conduzi-lo às ideias que julga corretas e precisas.

Em relação a esse tipo de discurso do professor Monteiro (2002) relaciona as seguintes subcategorias: fornecimento de pistas, remodelamento, reespelhamento, elucidação.

- Elucidação é a fala do professor motivada por questões colocadas pelos alunos; tem por objetivo tornar clara algumas ideias que foram expostas, mas não foram inteligíveis para alguns estudantes.
- Fornecimento de pistas é a fala do professor que visa dirigir o raciocínio dos alunos. É feita por meio de uma explicação, ou por intermédio do oferecimento de elementos que o sustentem em uma trajetória de raciocínio,

que possa conduzi-lo à resposta desejada, ou até mesmo por intermédio de uma sucessão de perguntas que levem os alunos a determinadas conclusões.

- Remodelamento é a fala do professor que destaca algumas ideias, apresentadas pelos próprios alunos, que ainda carecem de maior precisão e detalhes; oferece informações que preenchem lacunas conceituais dos alunos, dando contornos precisos e nítidos a uma ideia, aproximando-a da visão científica. São ajustes feitos pelo professor a partir das ideias construídas pelos alunos.
- Reespelhamento é a fala do professor que autoriza ou não as ideias e a fala dos alunos. Investido da autoridade discursiva, o professor, ao repetir com ênfase ou até mesmo ao gesticular favoravelmente, atribui legitimidade à ideia do aluno, inibindo posições em contrário. Entretanto, a partir dessa mesma autoridade, o professor pode, com uma negativa, ou mesmo com uma espera por outras respostas, indicar para o aluno que suas ideias não foram aceitas como corretas.

A categoria relativa à **argumentação dialógica** destaca-se como sendo as atitudes do professor que incentivam e regulam o compartilhamento de ideias envolvidas no processo de ensino e de aprendizagem, a partir da confrontação de opiniões expostas por todos os envolvidos no trabalho em sala de aula. Essa ação docente evidencia o esforço do professor para comprometer os alunos com o processo de ensino-aprendizagem, mediando as concepções expostas em sala de aula e os conceitos cientificamente aceitos.

Nesse padrão discursivo, é o aluno que desempenha o papel ativo nas atividades em sala de aula; suas falas, ideias e conclusões devem ser o centro das atenções, cabendo ao professor dar espaço e ênfase a elas, garantido voz a todos e procurando dar contornos mais nítidos às conclusões dos alunos.

À essa categoria Monteiro (2002) vinculou as seguintes subcategorias: instigação, contraposição, organização, recapitulação, recondução e fala avaliativa.

- Instigação é a fala do professor que visa incentivar os alunos a exporem suas opiniões e a iniciar o processo de interação em sala de aula.

- Contraposição é a fala do professor que tem por objetivo destacar alguma contradição nos argumentos apresentados pelos alunos ou gerar conflitos que possam desencadear a confrontação entre ideias no contexto de sala de aula.
- Organização é a fala do professor que busca sistematizar as ideias que surgem da participação dos alunos, com o intuito de situá-los nas concordâncias e discordâncias, oportunizando novas interações em sala de aula. É o momento que propicia a articulação entre as ideias colocadas na discussão.
- Recapitulação é a fala do professor que sintetiza a conclusão das ideias discutidas pelos alunos. É o momento de síntese de todas as ideias que foram discutidas para finalizar o debate.
- Recondução é a fala do professor que objetiva retomar o desenvolvimento de pertinência das discussões que se estabelecem em sala de aula. O professor regula a discussão definindo os limites e as derivações que não pertencem aos objetivos propostos pela aula.
- Fala Avaliativa é a fala do professor pela busca da lógica utilizada pelo aluno ao fazer determinada afirmação. Essa postura docente investiga os motivos que levaram o aluno a externar uma determinada opinião. É muito comum os alunos apresentarem determinadas falas que, por serem muito gerais, não permitem ao professor uma avaliação adequada das ideias apresentadas; dessa forma é útil questionar o aluno sobre os fundamentos de sua afirmação.

As categorias e subcategorias propostas por Monteiro (2002) para caracterizar a fala docente nas interações dialógicas em sala de aula, podem ser resumidas no quadro 1. A partir dessas categorias é que buscamos caracterizar o processo interativo de sala de aula entre professor e alunos antes e após a visita ao museu de ciências.

Quadro 1 – Caracterização do discurso do professor em interações dialógicas em sala de aula

CATEGORIZAÇÃO DO DISCURSO DO PROFESSOR					
ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA					
Exposição			Contextualização		
ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA					
Fornecimento de Pistas	Reespelhamento		Remodelamento		Elucidação
ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA					
Instigação	Contraposição	Organização	Recapitulação	Recondução	Fala Avaliativa

3.3 O centro de ciências – InovEE

A seguir apresentamos uma descrição do espaço não formal no qual a visita dos alunos foi realizada.

O Centro de Inovação em Eficiência Energética - InovEE é um Núcleo de formação e pesquisa da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, voltado ao desenvolvimento de pesquisas em eficiência energética e de educação para a eficiência energética, incluindo ações de formação para professores da Educação Básica e do Ensino Superior, construído a partir de uma parceria firmada com a Eletrobrás, como definido no termo ECV N° 291/2009.

Visando à integração da Universidade com a comunidade, o InovEE promove a extensão universitária em suas múltiplas formas, por meio dos grupos de trabalho vinculados às linhas de pesquisa, através da prestação de serviços em parcerias com Secretarias Estaduais e Municipais de Educação, desenvolvendo:

I – Cursos de formação continuada de professores de Ciências, Física, Química, Matemática e Biologia;

II – Mostras científicas, a partir de visitas agendadas de escolas, bem como o público em geral, a um centro de ciências construído;

III – *Shows* e palestras de cunho científico-tecnológico; e

IV – desenvolvimento e avaliação de materiais e novas metodologias educacionais para o Ensino de Ciências e para a conscientização do uso racional de energia elétrica.

O InovEE constitui-se de um edifício com 1900m², abrangendo salas de aula, sala de reunião, auditório, laboratórios, oficinas, *hall* de exposições (Museu de Ciências), biblioteca específica para a área de Ensino de Ciências, área de convívio social, salas de pesquisadores e de alunos de mestrado e doutorado.

Ao visitar o InovEE, os alunos da Educação Básica, bem como os professores e o público em geral tem acesso às duas áreas específicas: o auditório com capacidade para 120 pessoas, onde se realizam as *Lectures Demonstrations*, e o *hall* de exposição (Museu de Ciências) que contam com experimentos para a realização de demonstrações experimentais.



Figura 2 – Vista geral do prédio – InovEE

Como destacam Monteiro (2002) e Taylor (1988), uma *Lecture Demonstrations* referem-se às atividades experimentais realizadas com dispositivos

ou equipamentos experimentais específicos que auxiliam na explicação de algum assunto durante uma palestra. Essas palestras são apresentadas em escolas, teatros, estádios ou qualquer outro ambiente público por um conferencista que utiliza habilmente as demonstrações experimentais para suas explicações. Uma *Lecture Demonstration* tem semelhanças com um *show* ou peça teatral, os experimentos, equipamentos ou projeções são coadjuvantes do espetáculo, cuja mensagem principal é divulgar a ciência.

Popularmente chamamos as *Lectures Demonstrations*, realizadas no InovEE, de *show* de Energia. Os *shows* de energia/eficiência energética têm por finalidade realizar apresentações com o intuito de aumentar o interesse dos estudantes pela Ciência, de modo particular, em relação aos conceitos científicos relacionados ao uso racional de energia. Esse tipo de evento pode atingir um grande público, em particular, alunos das escolas de Ensino Fundamental e Médio.

Os *shows* de Energia consistem em palestras, com interação direta com o público. As demonstrações experimentais de princípios científicos são apresentadas de forma lúdica e bem humorada, com duração de, no máximo, 2 horas.

Nesse caso, além do aparelho de som, um computador portátil e um projetor multimídia, o palestrante deve dispor de, no máximo, 12 equipamentos para a apresentação das demonstrações, tendo em vista o limitado tempo disponível para a realização da atividade.

Os conteúdos abordados na apresentação são: Definição de Energia, Formas de Energia, Transformação de Energia, Produção de Energia Elétrica, Impactos ambientais e sociais na produção de Energia Elétrica e Uso Eficiente de Energia Elétrica. De maneira esquemática, podemos apresentar a lógica do conteúdo abordado a partir da Figura 3:

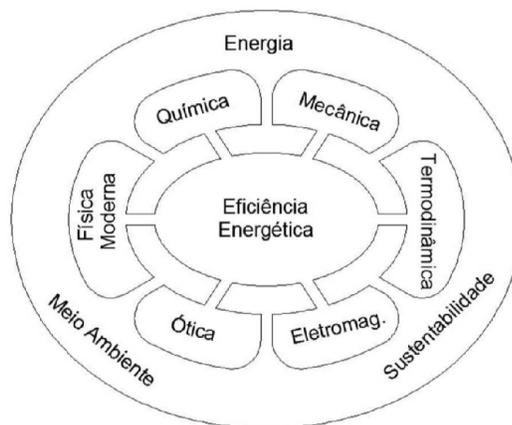


Figura 3 – Esquema de como a energia é contextualizada nos shows

Os experimentos de demonstração sugeridos na apresentação do *Show de Energia* são:

- *Looping* de Bancada;
- Estrutura humana;
- Plataforma giratória;
- Cadeira de pregos;
- Os Hemisférios de Magdeburg;
- Bomba de vácuo;
- Nitrogênio Líquido;
- Gerador de Van de Graaff;
- Garrafa de Leyden;
- Transformador de alta tensão;

Para a realização deste trabalho foi definido junto aos professores participantes a experiência do Gerador eletrostático de *Van de Graaff* como objeto da pesquisa, pois trata-se de um experimento que causa grande impacto aos visitantes devido aos fenômenos observados, além de ser muito rico conceitualmente.

Sendo assim, optamos por descrever apenas o experimento escolhido para a pesquisa.

– Gerador eletrostático de *Van de Graaff*

O Gerador Eletrostático de *Van der Graaff* é um aparelho utilizado para obter altas voltagens. Ele gera cargas estáticas através dos métodos de eletrização por indução, contato, atrito e atuação do campo elétrico (eletrização sem contato).

Quando a máquina é ligada, as cargas estáticas são geradas e transferidas para a esfera de alumínio no topo do gerador, onde são distribuídas por sua superfície externa. Vale lembrar que as cargas elétricas que ficam na superfície da esfera são de mesmo sinal e aumentam com o tempo.



Figura 4: Experimento do Gerador de Van de Graaff

Durante a demonstração voluntário, de preferência que tenha cabelos lisos é colocada sobre um banquinho plástico. Pede-se que o voluntário encoste uma das mãos na esfera do gerador. Ao ligar a máquina, o voluntário fica então eletrizado devido ao campo elétrico gerado, e seus cabelos ficam arrepiados como mostra a Figura 5.



Figura 5: Demonstração do Gerador de Van de Graaff

Em seguida um segundo voluntário é chamado para encostar-se no voluntário que está sobre o banco plástico, e ambos sentirão um pequeno choque elétrico.

O banquinho de plástico faz o papel de material isolante neste experimento impedindo que as cargas sejam conduzidas ao solo, deste modo o voluntário fica carregada negativamente, o cabelo “arrepia”, pois o mesmo fica carregado com cargas de mesmo sinal, consequentemente repelindo-se.

Quando a voluntário que está com o cabelo “arrepia” é tocado por outro voluntário as cargas tendem a passar para ele de modo a se descarregar no solo, isso causa um leve “choque” em ambos os voluntários. O fenômeno descrito pode ser explicado considerando que o voluntário, ao tocar a pessoa que está com a mão no gerador eletrostático *Van De Graaff*, faz o papel de um condutor.

Além das *Lectures demonstrations*, os visitantes têm acesso ao *hall* de exposições ou seja, o centro de Ciências. Esse recinto é um espaço de 60 m² onde existem diferentes equipamentos experimentais expostos para a demonstração de diferentes fenômenos. A finalidade é, a partir da discussão com os visitantes os conceitos científicos que embasam o princípio de funcionamento dos equipamentos experimentais, promover a divulgação científica.

Cada um dos equipamentos experimentais apresentados no *show* é reapresentado num contexto mais intimista, com um número reduzido de visitantes, já que estes se encontram distribuídos em torno dos diferentes experimentos. Dessa forma, diferentemente do *Show*, no qual a fala é centralizada no palestrante que comanda a apresentação dos equipamentos para todo o público, na mostra, cada experimento é explicado por um monitor específico para um grupo menor de visitantes como mostra a figura 6.



Figura 6 – Fotos do Hall de exposição do InovEE, centro de Ciências.

Nesse caso, a possibilidade de interações mais significativas, sejam elas de cada visitante com o monitor ou de cada visitante com o equipamento experimental, podem ocorrer.

3.4 O software desenvolvido

Como destacamos na introdução deste capítulo, um dos professores participantes de nossa pesquisa teve à sua disposição um *software* desenvolvido com o objetivo de auxiliar a preparação de suas aulas relativas às visitas aos museus. Esse *software* se constituiu no produto desta dissertação e, por isso, buscamos, também, avaliar sua contribuição ao processo de planejamento de ações pré e pós-visita aos museus de ciências, essa avaliação se encontra no apêndice D deste trabalho.

É importante destacar o desenvolvimento desse produto não tem a pretensão de substituir os cursos de formação de professores que os capacitem a utilizar melhor os recursos disponíveis nas instituições de Educação não formal no contexto de sala de aula. O objetivo foi desenvolver um produto que, de alguma forma, trouxesse maior auxílio ao professor em seu planejamento didático levando em conta suas limitações de tempo, haja vista a grande carga-horária de trabalho a que são submetidos.

Para desenvolvermos esse produto partimos dos pressupostos das pesquisas em Ensino de Ciências que chamam a atenção para a utilização de diferentes metodologias no Ensino de Ciências (LABURÚ, *et.al.*, 2003). Assim, a partir de um recurso multimídia, foram disponibilizados diferentes objetos de aprendizagem relacionados aos experimentos que seriam abordados na visita ao Centro de Ciências.

Partindo das indicações de autores como Castro e Carvalho (1992), Barros e Carvalho (1998), Silva e Martins (2003), Pessoa Jr. (1996) e Matthews (1995), disponibilizamos uma caracterização de caráter histórico do experimento abordado.

Além disso, oferecemos ao professor recursos de animação computacional que facilitasse a explicação do princípio de funcionamento do experimento. Segundo, Martins *et.al* (2003), Medeiros e Medeiros (2002) e Monteiro, *et.al* (2009),

o uso de simulações e animações computacionais podem contribuir significativamente na compreensão de fenômenos físicos, isso porque, além de aumentarem a atratividade das aulas estimulando a aprendizagem dos alunos, permitem complementar as atividades experimentais reais, pois oferecem a visualização de aspectos do modelo teórico que não podem ser visualizados, como é o caso, por exemplo, de experimentos de eletrostática: em uma experiência real não é possível visualizar as linhas de força, o campo elétrico, etc.

Partindo das considerações de Chassot (2011), que afirma que as ações de alfabetização científica não devem apenas se restringir a divulgar a Ciência à população em geral, mas permitir que o público tenha acesso a conhecimentos capazes de transformar o mundo em um lugar melhor para se viver, consideramos a necessidade de possibilitar, no *software* desenvolvido, uma área que oferecesse ao professor situações nas quais houvesse a possibilidade de discutir o experimento apresentando questões socioambientais. Ou seja, possibilitar informações que disponibilizasse meios para que o professor, em seu planejamento de aulas, considerasse o impacto que determinados conhecimentos científicos tem sobre a tecnologia e a sociedade.

Assim sendo, o *software* desenvolvido disponibiliza ao professor os seguintes recursos:

- a) Histórico: apresenta aspectos do desenvolvimento histórico que permitiu o desenvolvimento do experimento abordado, bem como os conceitos nele contextualizados.
- b) Funcionamento: oferece ao professor recursos de animação e simulação computacional que tornassem mais fáceis a visualização de modelos científicos que justificam o funcionamento do equipamento experimental de demonstração. Nesse caso, aspectos próprios dos conceitos, princípios e ideias científicas são apresentadas e contextualizadas no experimento.
- c) Impacto Socioambiental: fornece ao professor elementos de discussão de aspectos próprios do desenvolvimento científico e tecnológico e como isto tem impacto sobre a sociedade e o meio ambiente. É preciso destacar que nosso intuito foi o de possibilitar o desencadeamento de discussões

capazes de gerar uma conscientização sobre a necessidade de ações individuais e coletivas socialmente responsáveis.

- d) Orientações para Pré e Pós-visita: apresenta sugestões ao professor de como planejar aulas que não apenas preparem os alunos para a visita, mas também que explore as ideias e vivências relacionadas à exploração do museu.

A seguir apresentamos, na figura 7, a página de abertura do software desenvolvido:

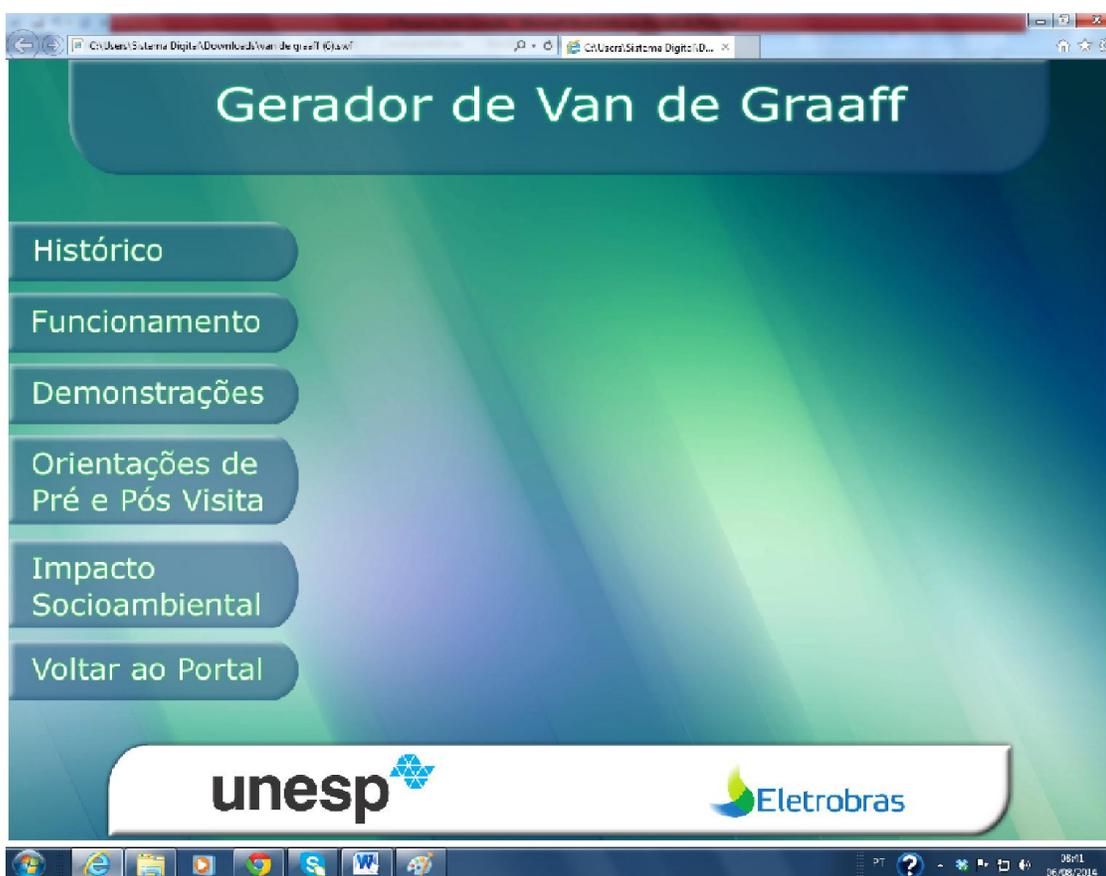


Figura 7– a tela de abertura do software desenvolvido

Na figura 8, apresentamos algumas telas relacionadas ao t3pico de hist3rico.

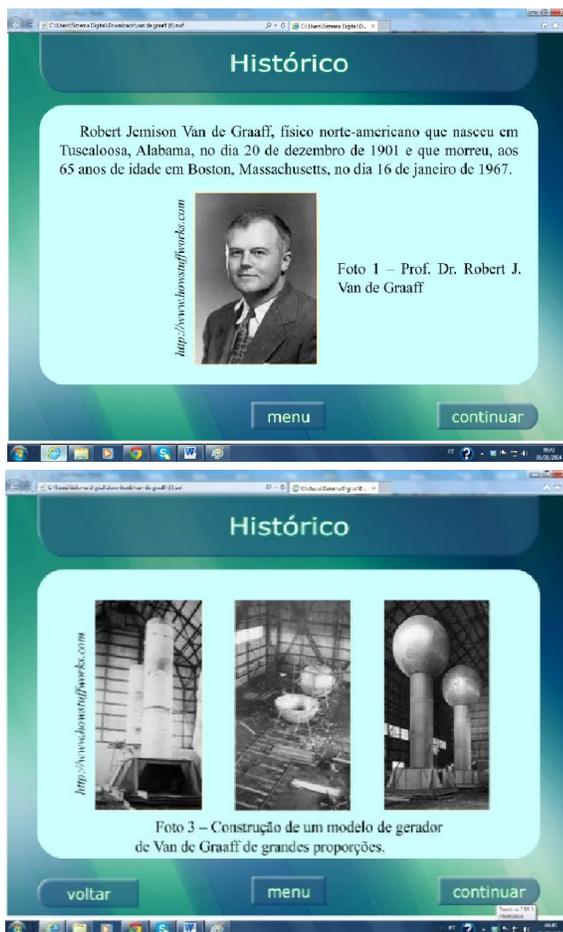


Figura 8 – Telas do software desenvolvido relacionadas com o t3pico de hist3rico
 Nas figuras a seguir, apresentamos telas relativas ao t3pico funcionamento.

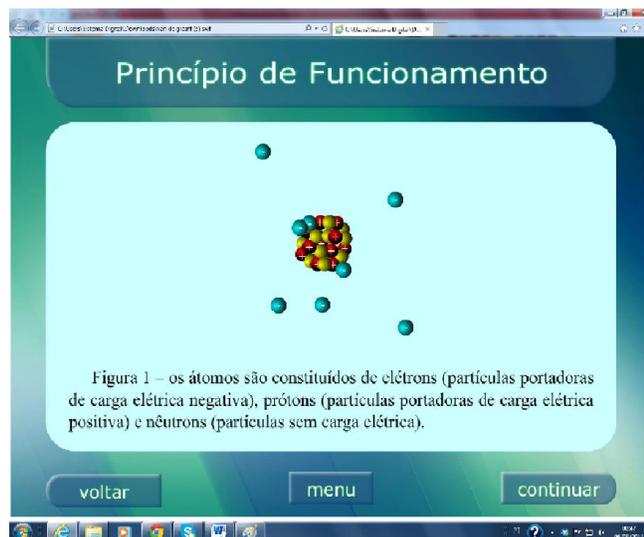


Figura 9: Tela relacionada ao t3pico funcionamento explicando o modelo at3mico



Figura 10: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando a formação íons positivos ou negativos



Figura 11: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por atrito

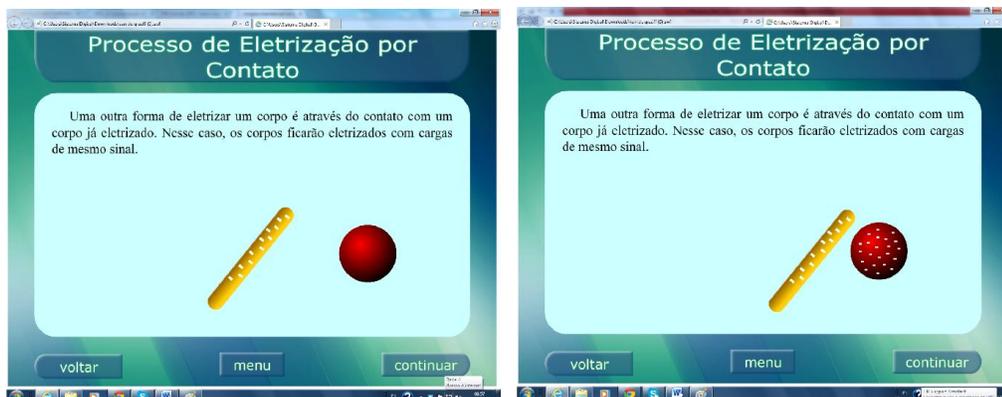


Figura 12: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por contato

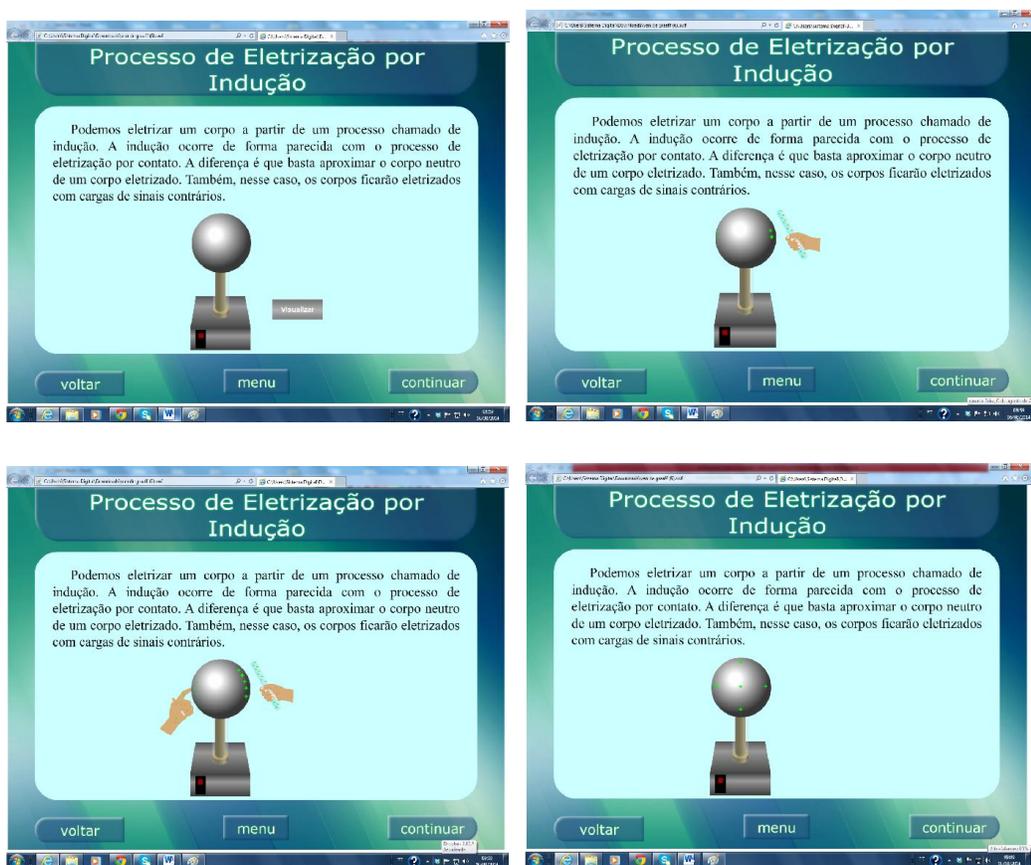


Figura 13: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de eletrização por indução

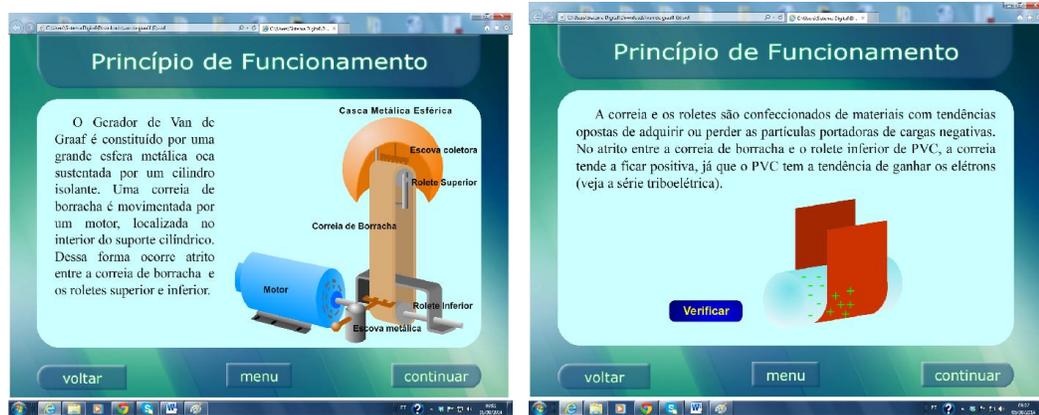


Figura 14: Telas relacionada ao tópico funcionamento explicando o processo de funcionamento do gerador de Van de Graaff

4 Apresentação e análise dos dados

Neste capítulo são apresentados e analisados os dados obtidos para os fins deste trabalho. Esses dados foram coletados através de diferentes instrumentos:

- Um questionário estruturado e aberto destinado a um grande grupo de professores de física de escolas públicas da região de Guaratinguetá, estado de São Paulo;
- Gravações de vídeo das aulas pré e pós-visita de turmas de dois professores de física que se colocaram, espontaneamente, na condição de colaboradores da pesquisa; e,

Inicialmente apresentamos os resultados e análise do questionário, pois esse levantamento, de certa forma, guiou os passos seguintes da pesquisa, auxiliando na construção de uma ferramenta didática para auxiliar o professor em atividades envolvendo museus e centros de ciências, como também no delineamento da proposta feita aos professores para compor a atividade que contribuiu para a coleta de dados da pesquisa.

O roteiro de perguntas referentes ao questionário encontra-se no apêndice I ao fim deste trabalho.

Posteriormente será apresentada a descrição das aulas ministradas pelos professores participantes da pesquisa e suas respectivas análises.

Para uma melhor organização e análise dos dados optamos por transcrever esses resultados e colocá-los nos apêndices. As falas durante as aulas foram enumeradas segundo a ordem em que ocorriam para um melhor entendimento da dinâmica interativa ocorrida em sala de aula. Os trechos em itálico no texto correspondem às falas transcritas das gravações e aos comentários referentes a observações da autora.

Para efeito de análise, destacamos das transcrições, integralmente expostas nos apêndices B e C, os excertos da fala de professores e dos alunos que melhor revelam elementos que permitem compreender as contribuições de uma maior interação entre o museu de ciências e a escola e como o professor pode aproveitar

melhor os potenciais que as instituições de educação não formal podem oferecer ao processo de ensino e de aprendizagem dos alunos do Ensino Médio.

4.1 Concepções dos professores sobre o papel dos museus de ciências no ensino formal

Visando conhecer as concepções dos professores de Física sobre o papel dos centros e museus de Ciências no ensino formal realizado em sala de aula e buscando entender como estes docentes admitem a possibilidade de uma parceria dessas instituições, elaboramos um questionário estruturado.

O questionário foi enviado via *e-mail* para 57 professores de física ligados à Diretoria de Ensino da cidade de Guaratinguetá no interior de São Paulo e foi obtido um retorno de 10 questionários respondidos. Pelo quadro 2 caracterizamos o perfil dos professores participantes da pesquisa.

Quadro 2: Perfil dos participantes da pesquisa

	Idade (Anos)	Formação Acadêmica	Pós Graduação
Prof.1	41	2001 – Licenciatura em física 2013 – Licenciatura em Pedagogia	Mestrado – Física de Plasma
Prof.2	55	1986- Licenciatura em física	Não possui
Prof.3	51	1990 – Engenharia Elétrica 1999 – Licenciatura em Física 2007 – Licenciatura em Pedagogia	Mestrado – Física de Plasma
Prof.4	34	2007 – Licenciatura em Física	Mestrado – Projetos educacionais (cursando)
Prof.5	52	1984 – Licenciatura em Matemática e Tecnólogo em Processamento de Dados	Ciências Exatas para Computação e Pedagogia
Prof.6	31	2005 – Licenciatura em Física	Mestrado – Ensino de Ciências
Prof.7	49	1987 – Engenharia Mecânica 1994 – Licenciatura em Física 2013 – Pedagogia	Pós graduação em Gestão
Prof.8	26	2012 – Licenciatura em Física	Mestrado – Ensino de Ciências (cursando)
Prof.9	58	1977 – Física	Não possui
Prof.10	36	2005 – Licenciatura em Física	Não possui

A primeira questão tinha como propósito obter dados para a caracterização do perfil dos professores, esses dados foram sistematizados e mostrados na Tabela 2 mostrada anteriormente.

A segunda questão proposta aos professores foi: “Descreva, em linhas gerais, o que você entende por ‘ensinar ciências’”. Julgamos importante fazer este tipo de questionamento, já que uma das diversas propostas dos museus e centros de ciências é contribuir para a alfabetização científica dos visitantes.

Cinco professores relacionaram o ensino de ciências com o desenvolvimento de habilidades que se espera de um cidadão cientificamente alfabetizado, como por exemplo, observar e entender os fenômenos que o sujeito vivencia em seu cotidiano. Podemos observar um exemplo na resposta do Professor 1:

“Descrever, demonstrar os fenômenos naturais, físicos e químicos que ocorrem. Desenvolver um pensamento crítico e social sobre o mundo em que vivemos.” (Prof.1)

Os demais professores relacionaram o ensino de ciências à motivação para que os alunos prossigam nos estudos visando a uma formação futura na área científica.

A terceira pergunta do questionário foi referente à opinião dos professores sobre o papel das atividades experimentais no Ensino de Ciências e, logo em seguida, perguntamos com qual frequência fazem o uso deste recurso.

Percebemos que alguns professores entendem a importância da utilização desse recurso em sala de aula, mas não explicam o porquê. Já outros professores acreditam que a experimentação contribui para ensino no aspecto da motivação, como afirma o professor 7:

“As atividades experimentais são importantíssimas para despertar o gosto e a busca pelo conteúdo científico nos alunos.” (Prof.7)

Alguns professores apontaram que a atividade experimental é um excelente recurso para ensinar ciências, no entanto ressaltam que deve haver alguns cuidados e uma certa preparação por parte do professor.

“A atividade experimental tem um papel importante, porém apenas a atividade experimental sem uma explicação do professor não garante que os alunos entenderam a proposta da atividade experimental.” (Prof.8)

Perguntamos também, na quarta questão, com que frequência utilizavam a experimentação em sala de aula. Alguns professores afirmaram que, em média, a empregam uma vez por bimestre ou uma vez por mês; porém, cinco, dos dez professores participantes, afirmaram que raramente a usam ou que não a usam e os motivos apresentados são vários: a falta de tempo, a escassez de materiais, inexistência de espaço adequado no ambiente escolar e, em alguns casos, a falta de preparação para o planejamento e desenvolvimento didático desse tipo de atividade.

“Utilizo atividades experimentais em sala de aula com pouca frequência, cerca de uma atividade por bimestre ou menos que isso, no caso de algumas turmas. Gostaria de fazer uso com maior frequência, mas questões relacionadas, principalmente, ao tempo e ao material têm dificultado que isso ocorra.” (Prof.6)

Essas afirmações estão de acordo com o que defendem Gaspar (1993) e Vieira *et.al* (2005), sobre a vantagem do museu de ciências em proporcionar aos indivíduos vivências que a escola não pode proporcionar.

A quinta questão do questionário era referente à visita a museus e centros de ciências. Perguntamos se os professores têm o costume de realizar este tipo de atividade com seus alunos. A maioria dos professores, oito dos dez participantes, afirma não ter o costume de levar seus alunos a centros de ciências e o motivo predominante foi a falta de verba e transporte.

A questão seguinte do questionário entra no campo da aprendizagem em espaços de ensino não formal, a pergunta foi: “Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um Centro de Ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela Ciência?”.

Três dos dez professores participantes afirmaram que uma visita a um museu ou centro de ciências serve tanto para promover a aprendizagem quanto a motivação, porém não justificaram sua resposta.

A outra parcela do grupo acredita no potencial de aprendizagem dos museus de ciências, mas, ao justificarem suas respostas, acabam por destacar a motivação que esses espaços proporcionam para que a aprendizagem ocorra, de fato, em sala de aula. Percebemos essa categoria de resposta na fala do professor 8:

“É possível aprender, porém despertar o interesse pela ciência é meu maior objetivo, aluno motivado aprende melhor.” (Prof.8)

Por outro lado, alguns professores defendem a aprendizagem nesses espaços, desde que as atividades desenvolvidas sejam bem planejadas e bem articuladas. Tomamos como exemplo a fala do professor 4:

“Sim, acho que é possível desde que haja um planejamento adequado. Os alunos devem estar preparados para a visita, ou seja, devem saber exatamente o que observar para que depois possa haver uma discussão produtiva em sala de aula sobre os experimentos vistos. Acredito que deve haver relação entre as atividades experimentais do Centro de Ciências e o conteúdo teórico estudado em sala.” (Prof.4)

Questionamos, então, se os professores acreditam que pode haver uma parceria entre o museu e a escola com o objetivo de contribuir com o ensino de ciências; pedimos, também, para que exemplificassem como poderia ser essa parceria caso a resposta fosse afirmativa.

Pudemos observar que a grande maioria dos professores acredita que as visitas a museus e centros de ciências podem contribuir de fato para o ensino, porém não souberam especificar como poderia ser realizada, metodologicamente, a aproximação do museu com a escola.

Dois professores sugeriram que os docentes realizassem aulas no centro de ciências reunindo os experimentos que abordem o mesmo conceito que está sendo trabalhado em sala de aula. Este tipo de atividade causa um tipo de subordinação do museu à escola e isso pode acabar resultando no que se conhece por “escolarização dos museus de ciências”, o qual, por sua vez, tende a causar prejuízos quanto aos objetivos tão particulares dessa instituição. Utilizamos como exemplo a fala do professor 6:

“Sim, acredito ser possível essa parceria. O professor poderá adequar algumas de suas aulas para que sejam realizadas nos centros de ciências.” (Prof.6)

Apenas um professor apresentou resistência a uma possível proposta de aproximação do museu com a escola, alegando muitas dificuldades na realização de atividades dessa natureza.

“Isso não é fácil, o papel aceita tudo, mas dentro da sala de aula é outra coisa.” (Prof.9)

Por fim, perguntamos aos professores se eles estariam dispostos a participarem de uma ação que tenha como objetivo a aproximação do museu de ciências com a escola e quais seriam as dificuldades que possivelmente encontrariam para realizá-la.

Apenas o professor 9 se posicionou de forma negativa e não estaria disposto a participar eventualmente de uma ação como esta devido às burocracias, falta de tempo e recursos. Em contrapartida, todos os outros professores participantes afirmaram ter disposição para participar de ações desse tipo. No entanto, cinco deles, os profs 1, 3, 4, 6 e 7, afirmaram que a falta de verba e transporte seria um empecilho; os demais não apontaram nenhuma dificuldade.

4.1.1 Algumas considerações

A partir das respostas obtidas, observamos que os professores entendem a importância de buscar alternativas para o ensino de conceitos científicos, como por exemplo, as atividades experimentais, porém, alguns obstáculos dificultam a utilização deste artifício. Este fato corrobora a opinião de diversos autores quanto à importância dos museus de ciências na educação no sentido de que esse tipo de instituição pode proporcionar aos seus visitantes vivências que a escola, por muitas vezes, não pode proporcionar.

Quanto aos museus e centros de ciências, os professores reconhecem a importância destes espaços para o ensino de ciências e se mostraram dispostos a participar de ações que visam o estabelecimento de uma parceria entre o espaço de ensino não formal com a escola. Porém, a grande maioria dos participantes da pesquisa não soube dizer como poderia estabelecer, metodologicamente, essa parceria.

Concluímos que a proposta de uma ação como essa deve levar em conta, não somente os cuidados para se evitar a escolarização dos museus de ciências, mas também as dificuldades apontadas pelos professores, bem como a falta de tempo e recursos, de modo que a ação a ser desenvolvida seja coerente com a situação da realidade do professor, a qual ocasionalmente pode impedi-lo de

participar de ações preparatórias oferecidas pelos museus devido a localização e a falta de recursos.

Sendo assim, julgamos que pensar em uma proposta em que o professor possa trabalhar de maneira mais independente no planejamento de uma atividade que promova a parceria entre o ensino formal e o não formal, respeitando as particularidades de cada um dos espaços em que essas modalidades de ensino ocorrem, possa ser uma alternativa benéfica para o processo de ensino e de aprendizagem de ciências.

Dos professores que responderam o questionário e se mostraram dispostos a participar de uma atividade envolvendo um centro de ciências e a escola, dois foram selecionados. Utilizando como critério principal a semelhança dos perfis apresentados no Quadro 2, selecionamos os professores 4 e 6, que passarão a ser chamados de professor AI e professor JM, respectivamente.

A seguir apresentaremos as análises das aulas pré e pós-visita ministradas pelos dois professores participantes de nossa pesquisa.

4.2 Descrição e análise das aulas

Antes de iniciarmos a análise das aulas propriamente dita, optamos por descrever, de forma resumida, a maneira como cada um dos professores conduziu as atividades em sala de aula, no pré e no pós-visita. Iniciaremos com a análise das atividades do prof. 4 que agora passaremos a chamar de professor AI, posteriormente apresentaremos a análise referente a atividade desenvolvida pelo prof. 6 que chamaremos agora de professor JM.

4.2.1 Descrição da atividade do professor AI

Para o desenvolvimento das aulas pré e pós-visita, o professor AI optou por utilizar uma sala diferente da sala que os alunos estão habituados, pois havia a necessidade da utilização do Data show para projeções.

O professor buscou conciliar a atividade preparatória para a visita com o que já estava previsto em seu planejamento para aquela turma. Como a data limite para

a avaliação bimestral já estava se aproximando, ele optou por fazer uma revisão do conteúdo previsto para a prova e somente chamar a atenção sobre alguns tópicos que os alunos deveriam ficar atentos na visita ao Centro de ciências, que ocorreria no dia seguinte a aula pré-visita.

Durante a revisão, os alunos foram orientados a ficar atentos ao ouvirem determinados conceitos, tais como diferença de potencial, corrente elétrica, choque elétrico, rigidez dielétrica do ar e, mais especificamente, o professor pediu atenção redobrada sobre o gerador eletrostático de *Van de Graaff*.

Feita a revisão conceitual o professor AI resolveu os exercícios da apostila, referentes ao conteúdo da prova e encerrou a aula anterior à visita.

As aulas de Física dessa turma, assim como da turma do professor JM, são “aulas duplas”, dois tempos de cinquenta minutos consecutivos, sendo assim, na aula pós-visita o professor AI dedicou metade da aula à problematização do que foi visto no centro de ciências e a outra metade foi utilizada para a aplicação da avaliação bimestral.

O professor inicia a aula pós-visita fazendo uma retomada da visita ao centro de ciências através de fotos feitas por ele de momentos do passeio, foi um momento de muita descontração na sala onde os alunos citavam os experimentos e o professor AI realizava uma breve explicação sobre cada um deles.

A aula foi sendo conduzida dessa maneira até que fossem vistas todas as fotos. Depois, o professor pediu para que os alunos listassem os experimentos que abordavam em seu funcionamento os conceitos Físicos estudados recentemente pela turma, a intenção foi chegar, através da participação dos alunos, no Gerador eletrostático de *Van de Graaff* e realizar a problematização do mesmo.

Por fim, o professor realizou muito rapidamente uma breve problematização sobre o gerador eletrostático de *Van de Graaff* e encerra a atividade pós-visita.

4.2.2 Análise das aulas do professor AI

- Aula Pré-visita

O Quadro 3 apresenta a caracterização do discurso do professor AL na aula pré-visita. Os números encontrados no quadro correspondem às falas de acordo com as transcrições que se encontram no apêndice B.

Quadro 3 – Categorização do discurso do professor AL na aula pré-visita

CATEGORIZAÇÃO DO DISCURSO DA PROFESSOR AL (PRÉ-VISITA)					
ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA					
Exposição			Contextualização		
6, 19, 25			6, 20, 24, 28, 29		
ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA					
Fornecimento de Pistas	Reespelhamento		Remodelamento		Elucidação
9, 11, 12	5, 14, 17, 27		15, 23, 32		Não houve
ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA					
Instigação	Contraposição	Organização	Recapitulação	Recondução	Fala Avaliativa
1, 7, 18, 21, 30	Não houve	Não houve	Não houve	Não houve	3

De acordo com a análise das interações discursivas durante a aula pré-visita do professor AL observamos que ele manteve uma postura mais diretiva.

A sequência de episódios abaixo evidencia um dos momentos em que o professor poderia ter explorado melhor as ideias de seus alunos investindo em um discurso dialógico, mas ao invés disso, mantém-se em uma postura socrática, fornecendo pistas e elucidando a ideia proposta pelo aluno, além de longos períodos de discurso retórico:

- (1) *P – O que que faz o elétron se movimentar de uma área de baixo potencial para uma área de alto potencial?*
- (2) *Aluno1 – O elétron oposto?*
- (3) *P – O elétron oposto?*
- (4) *Aluno1 – É tipo, ele tá negativo e do outro lado tá um positivo*
- (5) *P – Isso! Legal essa explicação.*
- (6) *P – Pensa o seguinte... Só vai haver movimento dentro de um condutor, vamos imaginar que isso seja um fiozinho (demonstração na lousa), você vai*

*gerar aqui dentro do fio um campo elétrico, lembra de campo elétrico que estudamos no primeiro bimestre? Então, o campo elétrico está vindo pra cá...
(Professor prossegue a explicação de campo elétrico sem dar um feedback específico ao Aluno1 sobre o “elétron oposto”)*

É possível observar que, durante a aula o professor AL, apesar de algumas vezes manter uma postura socrática e até apresentar uma tendência dialógica em alguns instantes, na maioria das vezes adotou uma postura retórica, na qual apenas expunha suas ideias e pensamentos sobre o conteúdo abordado. Destaca-se que, nas poucas vezes em que se dispôs a uma postura mais dialógica, foi apenas para instigar e fazer uma fala avaliativa.

Chama a atenção o episódio no qual o professor, em uma atitude de respeito, concorda com o aluno quando este apresenta a ideia do “elétron oposto”. Apesar de perguntar o que isso significava, em uma atitude de fala avaliativa, o professor, em seguida, surpreendentemente, autoriza esse pensamento do estudante sem nenhum tipo de contraponto: “Isso! Legal essa explicação”. Com esse comportamento, o professor confirma uma ideia incorreta do aluno. Nesse caso, mesmo que o professor tenha adotado essa postura com a intenção de não desmotivar o aluno que atendeu prontamente à sua instigação, ele inibe qualquer posição em contrário que poderia existir dentre os demais alunos e que, nesse caso, poderia estar correta ou melhor encaminhada na direção do conceito cientificamente aceito como correto. Entendemos, assim, que, sem desmotivar o estudante desautorizando-o imediatamente, o professor poderia prosseguir em um diálogo solicitando melhor detalhamento dessa ideia construída pelo aluno. Poderia, também, promover contraposições, a partir das quais, houvesse uma fomentação da apresentação de outras ideias construídas pelos demais alunos e que, dessa forma, contribuiria para a superação de um conceito errado apresentado.

Vale lembrar que a aula pré-visita deste professor se constituiu em uma atividade de revisão do conteúdo anteriormente estudado, sendo assim, acreditamos que o professor tinha em mãos um elemento favorável para investir em uma postura dialógica abrindo mais espaço para a argumentação dos alunos, para o confronto das ideias colocadas pelos estudantes, propiciando uma aula mais participativa, pois, dessa forma, além de promover uma dinâmica favorável a

aprendizagem, poderíamos ter obtido elementos para melhor avaliar o nível de argumentação da turma.

Nessa aula, o professor, também buscou preparar os estudantes para a visita ao museu. Na fala de número 20 da aula ministrada, o docente solicita que os estudantes tenham atenção para o conceito de Diferença de potencial:

(20) P – O que eu quero que vocês se lembrem lá na apresentação no museu de ciências é a palavra Diferença de potencial, eu quero que vocês prestem atenção e vejam se vão ouvir essa palavra lá, tá bom?

Após essa advertência aos alunos, nas falas seguintes, o professor continuou seu discurso retórico, adotando uma postura contextualizada ao falar de relâmpagos. Nessa fala, ele procura caracterizar o conceito de condutores e dielétricos, explicando, também, o conceito de rigidez dielétrica do ar, destacando que em casos de Diferenças de Potencial, aplicadas em uma distância pequena, o ar poderia transformar-se em condutor.

(25) P – Num dia de chuva, algumas vezes acontece um relâmpago, não ocorre? Então o que acontece pra que haja o relâmpago ou seja, pra que o ar deixe de ser isolante elétrico e passe a conduzir eletricidade? Pra que isso aconteça, lembra que a gente falou que pra ter corrente elétrica precisa acontecer duas coisas, o circuito precisa ser fechado e em segundo lugar alguma coisa deve fornecer uma diferença de potencial entre dois pontos, o que é que vai acontecer? As nuvens lá no céu, quando elas estão em movimento as gotículas de água entram em atrito, lembram dos processos de eletrização que existem? O atrito, o contato e a indução, quando as gotículas entram em atrito você tem um acúmulo de cargas elétricas aqui em cima, então a gente tem um potencial elétrico em cima e naturalmente um potencial elétrico em baixo, quando a diferença do potencial de cima e o de baixo é muito grande o ar deixa de ser isolante e passa a conduzir eletricidade, isso a gente diz que o foi rompido a rigidez dielétrica do ar. Vocês lembram da rigidez dielétrica do ar? Quando a gente rompe a rigidez dielétrica do ar ele deixa de ser isolante e passa a ser condutor de eletricidade, o valor da rigidez dielétrica do ar, alguém lembra?

26) Aluno 5- 1000 V/mm

É possível notar nessa longa fala que o professor, apesar de fazer algumas perguntas, o que poderia nos levar a concluir que estava adotando uma atitude de instigação, na verdade propõe questões retóricas, pois não se constituem em oportunidades para as falas dos alunos, mas em deixas para si próprio continuar sua linha de raciocínio.

Monteiro (2002), destaca que percebe nas professoras analisadas a existência de um roteiro mental que as faz seguir em suas falas, sem se aperceberem da existência de possíveis interlocutores: seus alunos.

Da mesma forma, o professor Al, parece adotar a mesma estratégia, o mesmo roteiro mental. Dessa forma, o diálogo é estabelecido com ele próprio, pois mesmo que um aluno responda, ele “só ouve” ou dá voz, àqueles a quem completa ou continua sua linha de pensamento. Isso fica claro na fala 26 já exposta anteriormente. A única fala do aluno é para dar continuidade ao pensamento do professor.

Nossa hipótese da existência desse roteiro é confirmada, pois, mesmo com a intromissão do aluno, que responde à pergunta do professor, o docente continua sua explicação sem parar para discutir com o estudante a ideia de rigidez dielétrica:

(27) P – 1000v/mm

(28) P - Outra coisa que eu quero que vocês percebam no gerador de Van de Graaff é quando o professor falar em rigidez dielétrica do ar, vocês vão ver na prática o ar deixando de ser isolante e passando a ser condutor de eletricidade na frente de vocês. O ar deixando de ser isolante e passando eletricidade pelo ar de um ponto ao outro, sempre saindo de um lugar que tem baixo potencial pra um lugar que tem maior potencial. Então quais são as coisas que vocês deverão prestar atenção? Diferença de potencial, corrente elétrica, choque elétrico e rigidez dielétrica do ar, que são coisas que vocês vão ver acontecendo ali na frente de vocês.

É importante destacar que o professor Al tinha à sua disposição, antes da aula de pré-visita, o *software* que desenvolvemos, abordando os conceitos, as ideias e apresentando os experimentos que seriam discutidos na visita. Nesse sentido, o professor buscou chamar a atenção dos alunos para o que veriam durante a atividade no museu.

Analisando a interação professor-alunos na aula pré-visita do ponto de vista da Teoria de Vigotski, como apontam Mortimer e El-Hadi (2013), notamos que as interações sociais estabelecidas foram limitadas. Isso porque, a partir da perspectiva Sociocultural, a aprendizagem se estabelece num processo de direção do interpsicológico para o intrapsicológico. Dessa forma, o sujeito aprendiz lê o mundo e se expressa sobre ele a partir do repertório cultural simbólico de que dispõe. Neste aspecto, o papel do parceiro mais capaz é o de, em linhas gerais, estabelecer

interações sociais que ampliem esse repertório, atuando na zona de desenvolvimento proximal do educando de forma a ampliar seus horizontes.

Na aula pré-visita do professor Al, por mais que, em sua retórica, ele tenha tentando expor e contextualizar a partir de exemplos cotidianos dos alunos (no caso dos relâmpagos) ou a partir de desenhos e esquemas que fez na lousa, o processo de mediação semiótica ficou prejudicada tendo em vista o fato dos alunos não possuírem um repertório capaz de interagir com o professor de maneira mais significativa.

É claro que podemos admitir a possibilidade de interpretar o direcionamento retórico da aula atribuindo ao professor um estilo pouco dialógico e mais controlador. Contudo, levantamos a hipótese de que, independentemente disso, uma interação social mais significativa poderia ter se estabelecido se o repertório cultural dos estudantes para o tema tratado fosse mais amplo e diversificado.

Nesse caso, a visita ao museu poderia, de alguma forma, trazer uma vivência cultural capaz de produzir elementos novos na capacidade dos alunos em interagirem com o professor, de buscarem, junto a ele, significados novos para situações novas vivenciadas em condições antes nunca experimentadas.

É importante ressaltar que o fato do professor Al conhecer de antemão as ideias, os experimentos, as demonstrações e os conceitos que seriam discutidos na visita, a partir do *software* desenvolvido, permitiu a ele chamar a atenção dos alunos para tópicos específicos que seriam apresentados. Portanto, era também nossa hipótese de que, tal postura do professor facilitaria um melhor aproveitamento da visita por parte dos estudantes. Isso porque, ao nosso ver, os alunos conseguiriam reconhecer nas experiências vivenciadas no museu situações que poderiam lhe passar despercebidas, caso o professor não tivesse, antes, chamado sua atenção.

Nossa intenção, portanto, foi voltar à sala de aula do professor Al, após a visita e perceber como seria o processo de interação professor-alunos após essa experiência cultural.

É claro que em uma única visita principalmente em um lugar com tantos estímulos, não esperaríamos grandes transformações e contribuições para mudanças significativas nos processos de sala de aula. Contudo, nosso intuito era o

de avaliar a possibilidade de percebermos algum impacto da visita no processo interativo em sala de aula e como isso teria consequência para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos.

- Aula pós-visita

Apresentamos no quadro 4 um resumo da postura discursiva do professor Al em relação aos seus alunos em uma aula realizada imediatamente após a visita.

Quadro 4 – categorização do discurso do professor al na aula pós-visita

CATEGORIZAÇÃO DO DISCURSO DA PROFESSOR AL (PÓS-VISITA)					
ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA					
Exposição			Contextualização		
74, 110			33, 49, 74		
ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA					
Fornecimento de Pistas	Reespelhamento		Remodelamento	Elucidação	
41, 51, 53, 55, 71, 77, 79, 81, 83, 85, 88, 90, 94, 96, 105, 108	43, 51, 53, 81		43, 87, 107	Não houve	
ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA					
Instigação	Contraposição	Organização	Recapitulação	Recondução	Fala Avaliativa
34, 36, 44, 46, 57, 63, 65, 68, 75, 92, 99, 103	Não houve	Não houve	Não houve	Não houve	38, 60, 62

Na aula posterior à visita foi possível observar uma maior interação entre professor e alunos, no entanto, a postura do professor se manteve a mesma da aula pré-visita, as falas do discurso docente não se abriram tanto para a dimensão dialógica. Nesse aspecto, o professor Al se limitou a produzir instigações e falas avaliativas.

Admitimos, portanto que, de fato, o professor Al apresenta características que dificultam a adoção de um estilo mais dialógico, contudo não há como negar que a

participação dos alunos durante a aula pós-visita foi muito mais intensa do que a anterior.

É nítido observar as mudanças de postura discursiva entre os dados apresentados no Quadro 3 em relação ao Quadro 4 que caracteriza o mesmo professor e a mesma turma de alunos. Nesse caso, o fato novo de uma aula para a outra foi a visita ao museu.

Portanto, esses dados nos permite considerar que, de fato, a visita ao museu pode trazer contribuições significativas para mudanças no processo de interação professor-alunos, independentemente da característica e estilo do professor. Chamamos atenção para o termo “pode” de nossa afirmação, pois, é claro que não temos base de dados para generalizar nossa afirmação. Contudo, é preciso destacar essa evidência clara em nossos resultados.

O professor Al deu início a retomada da visita através da projeção de fotos dos alunos tiradas no centro de ciências durante a apresentação do *Show* de Energia. Foi um momento bem descontraído da aula onde os alunos se mostraram bem empolgados ao lembrar as experiências vividas durante o passeio interagindo bastante com o professor ao destacar alguns experimentos que chamaram mais atenção.

Ao nosso ver, essa atitude do professor também contribuiu muito para a mudança do processo interação professor-alunos em sala de aula. Isso porque, na maioria das vezes, a posição social tacitamente estabelecida em sala de aula entre professor e alunos é a de que o primeiro fala e os demais escutam. Dessa forma, a tendência natural dos processos interativos em sala de aula é sempre unidirecional. Contudo, ao trazer as fotos dos próprios alunos durante a visita, o professor produziu uma situação que informalizou as relações e permitiu o estabelecimento de um ambiente mais propício à participação dos estudantes.

Em uma situação corriqueira de sala de aula é normal encontrarmos os indivíduos vestidos em suas condições de sujeito aluno e de sujeito professor e, nessas condições, é o professor quem fala, que tem a verdade, quem tem a iniciativa e a autoridade. Portanto, ao aluno, normalmente, é relegado o papel daquele que ouve e aceita o que lhe foi proposto. Ao informalizar as relações em

sala de aula, tanto os alunos quanto o professor se aproximaram mais, permitindo a cada um deles uma interação social mais significativa no contexto de sala de aula.

É fundamental destacar que essa informalidade não interferiu na perda de pertinência das discussões estabelecidas. É possível notar pela interação estabelecida que as falas ficaram em torno dos fenômenos físicos relacionados à eletricidade.

Na sequência, foi possível observar outro aspecto interessante da retomada da visita quando professor solicitou que os alunos relacionassem os conceitos discutidos em sala aos experimentos e demonstrações realizados durante a visita ao Centro de Ciências. Os alunos levantaram alguns conceitos e os relacionaram aos experimentos, porém o professor apenas listou na lousa e não deu muita ênfase às ideias levantadas, ele buscou direcionar a atenção dos alunos ao experimento de *Van de Graaff* como podemos observar na sequência a seguir:

(63) P – Bom, vamos prosseguir então... Vocês já lembraram alguns momentos aí, agora eu queria que vocês falassem pra mim, quais os conceitos de Física que nós vimos em sala de aula que vocês viram lá?

(64) Aluno12 – A diferença de potencial...

(65) P – Em quais experimentos?

(66) Aluno12 – Van de Graaff

(67) Aluno13 – Da bobina

(68) P – qual outro conceito?

(69) Aluno14 – Energia cinética e potencial

(70) Aluno12 – A gente viu também a rigidez dielétrica

(71) P – Mas na nossa aula passada eu pedi pra vocês prestarem atenção em um experimento, qual era?

(72) Sala – Van de Graaff

Após essa introdução sobre o princípio de funcionamento do Gerador eletrostático de *Van de Graaff*, o professor faz uma explicação sobre o contexto histórico exemplificando sua fala com os aceleradores de partículas e fazendo uso do material desenvolvido para fins dessa pesquisa que lhe fora disponibilizado para auxiliar no planejamento da atividade envolvendo a visita ao Museu de Ciências. Esse momento da aula não foi motivado por questões colocadas pelos alunos, o professor adotou uma postura retórica de exposição.

Como já dissemos anteriormente, o professor Al tem um estilo mais diretivo, pouco dialógico e, portanto, essa característica já identificada na aula pré-visita foi mantida também na aula pós-visita.

Na sequência, ao falar do funcionamento do Gerador de *Van de Graaff*, o professor passa a questionar um pouco mais os alunos, abrindo espaço para uma maior participação dos mesmos, para isso adota um perfil de discurso socrático baseado no fornecimento de pistas. A sequência a seguir exemplifica um desses momentos:

(75) P- Pra gente poder estudar o funcionamento do gerador de Van de Graaff a gente tem que lembrar como é o átomo. Ele é formado por um núcleo, o que que tem no núcleo?

(76) Aluno 15 – Prótons e Nêutrons

(77) P- Prótons e Nêutrons. Prótons são partículas...?

(78) Aluno15 – Positivas

(79) P – Positivas. E nêutrons?

(80) Sala – Neutro

(81) P- Isso. E girando em volta ali o que que tem, quais partículas tem ali?

(82) Sala – Elétrons

(83) P – Os elétrons. Os elétrons são partículas com que carga?

(84) Sala – Negativa.

Essa dinâmica de perguntas adotadas pelo professor limita a exposição de ideias dos alunos, já que as perguntas possuem um direcionamento para as respostas e ao recebê-las o professor autoriza as respostas dos alunos fazendo o respeito delas com afirmativas ou simplesmente as repetindo. Essa postura oferece obstáculos à exposição de diferentes ideias e não proporciona uma participação ativa dos alunos na aula o que dificulta a análise do nível argumentativo dos alunos.

Como já destacamos, assim como na aula pré-visita, também na aula pós-visita o professor Al parece adotar uma atitude de quem segue um roteiro mental previamente determinado. Esse tipo de ação discursiva acaba limitando a problematização de ideias que fogem da linha de raciocínio traçada por ele em seu planejamento de aula. A seguinte sequência de falas exemplifica uma situação em que são expostas duas opiniões distintas, mas o professor opta por considerar

aquela resposta que mais se ajusta a sequência prevista, deixando de lado a resposta do aluno 4:

- (36) *P – de onde pra onde que foi esse raio?*
- (37) *Aluno2 – Do “negoção” maior pro menor*
- (38) *P – E vocês saberiam me dizer por que as cargas elétricas vão daqui pra cá?*
- (39) *Aluno3 – rompeu o ar?*
- (40) *Aluno4 – Um é negativo e outro é positivo?*
- (41) *P – rompeu o que do ar?*
- (42) *Aluno5 – Rigidez*

Esse roteiro mental adotado pelo professor Al não permitiu que ele, adotasse uma postura dialógica de forma a “ouvir” o aluno 4 e permitir que o estudante explicitasse melhor seu pensamento e ideia. Nesse caso, situações de contraposição, remodelamento, recapitulação e organização poderiam ocorrer, contribuindo para uma melhor construção do conhecimento científico dos alunos.

Porém, independentemente desse estilo do professor, é inegável que a visita permitiu uma participação mais intensa dos alunos, dando-lhes voz e permitindo-lhes assumir uma postura mais ativa em sala de aula.

Nossa hipótese de que o enriquecimento cultural oferecido pelo museu aos alunos durante a visita, oportunizou situações de mediação semiótica que na aula pré-visita não se estabeleceu.

Pelas falas dos alunos na aula pós-visita nota-se que eles utilizam termos e compreendem melhor seu contexto de uso pelo professor que não demonstraram na aula pré-visita:

- (41) *P – rompeu o que do ar?*
- (42) *Aluno5 – Rigidez*
- (43) *P – Isso, rompeu a rigidez dielétrica do ar.*
- (44) *P - E o que fez romper essa rigidez dielétrica do ar?*
- (45) *Aluno6 – Alta voltagem*
- (46) *P – Ou?*
- (47) *Aluno7 – Tensão*
- (48) *P – Ou diferença de potencial!*
- (49) *P - Resumindo aqui o que a gente falou, o que acontece para as cargas saírem daqui e virem pra cá?*
- (50) *Aluno8 – Gerou a alta diferença de potencial*
- (51) *P – O que essa alta diferença de potencial fez?*
- (52) *Aluno5: Rompeu a rigidez dielétrica do ar*
- (53) *P – Rompeu a rigidez dielétrica do ar e quando a rigidez dielétrica do ar é rompida o que acontece? O ar deixa de ser o que?*
- (54) *(Quase) Todos: isolante...*
- (55) *P – e passa a ser?*

(56) *Todos: Conductor*

É claro que uma única visita ao museu como comentado anteriormente não pode transformar significativamente o processo de ensino e de aprendizagem e tornar o aprendizado de conceitos científicos estabelecidos uma tarefa mais fácil. Vale destacar também que não se espera que em uma única oportunidade houvesse uma alteração no padrão dialógico do professor para com os alunos. Contudo, pelos resultados obtidos, podemos considerar que é inegável a existência de fortes indícios de que a visita ao museu possibilitou mudanças no processo interativo em sala de aula e facilitou o processo de mediação semiótica estabelecida entre professor e alunos acerca do fenômeno estudado.

4.2.3 Descrição da atividade proposta pelo professor JM

O professor JM planejou uma atividade com alguns aspectos diferentes do cotidiano da turma. As aulas foram desenvolvidas em uma sala diferente da qual são realizadas as aulas normais e onde o professor poderia fazer uso do *Data Show* para projetar uma apresentação de *slides*.

Inicialmente o professor deixa claro para a turma o objetivo daquela e das próximas aulas, que era estudar o funcionamento e os conceitos físicos envolvidos no gerador eletrostático de *Van de Graaff* e que por isso eles teriam que prestar muita atenção no que seria visto na visita ao Centro de Ciências.

Apesar de ter apresentado o gerador eletrostático de *Van de Graaff* no início da aula, o professor partiu para uma revisão conceitual, realizou uma atividade experimental na aula anterior à visita e retomou o estudo sobre o gerador somente depois da visita dos alunos.

Foi feita uma revisão conceitual na qual foram discutidos conceitos Físicos que estão envolvidos no funcionamento do experimento escolhido para a pesquisa, tais como partículas subatômicas, elétrons livres, atração e repulsão de cargas, campo elétrico e separação de cargas elétricas.

Após essa revisão o professor realizou uma atividade experimental em sala. Separou a turma em grupos e distribuiu o material entre eles. Os materiais utilizados foram os seguintes:

- Alguns canudos de plástico;
- Papéis picados;
- Pedacos de papel higiênico;
- Uma peneira de plástico;
- Uma peneira de metal;
- Um copo de plástico;

O professor orientou que os alunos pegassem um pedaço de papel higiênico e atritasse com o canudo e depois aproximassem o canudo dos papéis para observarem como ele os atraía. Posteriormente, o professor passou para uma segunda fase da experiência na qual orientou que os alunos pegassem o copo e o virassem de cabeça para baixo para servir de suporte para os papéis, pediu que colocassem os papéis em cima do copo e a peneira de plástico sobre o conjunto de modo que a peneira ficasse entre o canudo e os papéis como mostra a Figura 15.



Figura 15: Experimento de eletrostática

Posteriormente o professor pediu para que os alunos trocassem a peneira de plástico por uma peneira metálica, dessa forma os alunos puderam observar o fenômeno da blindagem eletrostática, pois os papéis não sofriram atração, diferente

da peneira de plástico que permitia que o canudo atraísse normalmente os papéis sobre o copo.

No encerramento da aula anterior à visita o professor solicitou que os alunos elaborassem um relatório em casa sobre o experimento que havia sido realizado, nele os alunos deveriam descrever o que foi feito e levantar hipóteses para as possíveis explicações sobre o que foi observado.

No dia seguinte a aula descrita, os alunos realizaram a visita ao InovEE na UNESP de Guaratinguetá e na semana seguinte o professor deu continuidade a atividade com as aulas pós-visita.

Na aula pós-visita o professor retomou a atividade entregando uma folha para cada grupo que realizou o experimento da aula passada para que eles escrevessem uma explicação para o que foi observado na experiência feita em sala. Dessa forma cada aluno deveria entregar seu relatório feito em casa e o grupo deveria entregar um novo relatório feito em sala.

Após ter dado um tempo para que os alunos escrevessem o novo relatório, o professor retoma a visita ao Museu de Ciências fazendo um levantamento de todos os experimentos que os alunos recordavam, feito isso o professor destacou o Gerador eletrostático de *Van de Graaff* e iniciou o estudo sobre este experimento.

Antes de partir para o estudo do funcionamento do equipamento experimental, o professor JM relacionou os conceitos observados no experimento de eletrostática realizado em sala de aula antes da visita ao Centro de Ciências com o que seria estudado dali em diante.

Feita a problematização da experiência realizada na aula anterior o professor parte para a discussão sobre o tema escolhido para a atividade. A discussão se inicia quase no final da aula, por isso o professor decide retomar na próxima aula.

Na aula da semana seguinte houve o encerramento da discussão sobre o Gerador eletrostático de *Van de Graaff*. Foi passado para os alunos um trabalho sobre o tema da atividade para ser feito individualmente, mas podendo discutir entre os colegas e tirar dúvidas com o professor, esse trabalho compôs a parte avaliativa da atividade e formalizou seu encerramento.

4.2.4 Análise das aulas do professor JM

- Aula Pré-visita

A seguir apresentamos no quadro 5 a caracterização do padrão de interação social entre professor e alunos durante aula pré-visita ministrada pelo professor JM.

Quadro 5 – Categorização do discurso do professor JM na aula pré-visita

CATEGORIZAÇÃO DO DISCURSO DA PROFESSOR JM (PRÉ-VISITA)					
ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA					
Exposição			Contextualização		
29			26		
ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA					
Fornecimento de Pistas	Reespelhamento	Remodelamento	Elucidação		
18	Não houve	Não houve	Não houve		
ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA					
Instigação	Contraposição	Organização	Recapitulação	Recondução	Fala Avaliativa
2, 8, 12, 16, 27	Não houve	Não houve	Não houve	Não houve	10

A análise das interações discursivas que ocorreram na aula pré-visita mostrou que o professor JM possui normalmente em sala de aula um discurso retórico, centrado na exposição de conceitos, no qual a participação dos alunos é pouco requisitada. Este aspecto foi notado devido a longos períodos durante a aula em que o professor dirige sua fala à turma sem fazer uso de questionamentos ou levantamento de hipóteses ou concepções da turma.

Por diversas vezes, durante a explicação dos conceitos, o professor pergunta se os alunos estão de acordo com o que foi dito, mas diante do silêncio da turma ele prossegue discorrendo sobre o conteúdo. Em alguns momentos, assim como o

professor AI, ele faz uso de questões retóricas, a partir das quais ele lança mão, às vezes, para estabelecer deixas para que ele mesmo as responda e prossiga sua linha de raciocínio.

Da mesma maneira como interpretamos a aula do professor AI, supomos, também para a aula do professor JM, a existência de um roteiro mental (MONTEIRO, 2002). Isso fica evidente em vários momentos da aula. Parece existir um roteiro construído e o professor, então, estabelece um diálogo imaginário consigo mesmo. Nesse processo, o professor fala, pergunta para si mesmo e responde, na ilusão de que tal diálogo imaginário de fato é real.

Para Monteiro (2002), na maioria das vezes, em sala de aula, não há uma prática dialógica verdadeira. Para o autor, isso acontece porque, de fato, o professor tem a ilusão de que tem pleno controle do seu dizer e, dessa forma, tem a impressão que, ao falar, pode tornar, mediante palavras, suas ideias claras, inteligíveis e com unicidade de significados. Nessa perspectiva, entende-se que a adoção de um roteiro mental para guiar suas aulas é uma medida inconsciente do professor, própria da característica ideológica de todo discurso.

O autor cita Freire (1983) ao se referir à importância de um diálogo verdadeiro nos processos pedagógicos. Para Monteiro (*opus cit.*), segundo as ideias de Freire (*opus cit.*), o que mais acontece entre os homens não é o diálogo que liberta, transforma e gera compreensões e entendimentos, mas um discurso unidirecional e mecânico imposto por uma das partes que, como consequência, gera conflito, desencontros e desentendimentos. Desse ponto de vista, o diálogo é entendido como um encontro; ocorre quando os interlocutores buscam não a superação do outro, em uma atitude guerreira, mas a partir de um processo no qual há um esforço mútuo pelo entendimento, pelo encontro do consenso, pela conquista do mundo:

O diálogo é exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidariza o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes. Não é também pela discussão guerreira, polêmica, entre sujeitos que não aspiram a comprometer-se com a pronúncia do mundo, nem com o buscar a verdade, mas com impor a sua. Porque é encontro de homens que pronunciam o mundo, não deve ser doação do pronunciar de uns a outros. É um ato de criação. Daí que não possa ser manhoso instrumento de que lance mão um

sujeito para a conquista do outro. A conquista implícita no diálogo, é a do mundo pelos sujeitos dialógicos, não a de um pelo outro. Conquista do mundo para a libertação dos homens (FREIRE, 1983, p.93, *apud* MONTEIRO, 2002, p.115).

Desse ponto de vista, em sala de aula nem sempre há uma disponibilidade do professor em, de fato, dialogar com os alunos. Normalmente, é próprio do discurso docente impor uma “verdade” pronta e acabada para seus estudantes. Assim, não raro, ocorrem situações como as que vimos na aula do professor JM e do professor AI, na qual a existência de um roteiro mental é estabelecido e seguido pelo docente, não propiciando as interações sociais fundamentais para a aprendizagem.

No entanto, é importante ressaltar que a existência de um roteiro mental nem sempre dificultará o estabelecimento das interações sociais, o problema está na preocupação do professor em não “fugir” dele como observamos nesse trabalho.

Como já destacamos na análise da aula do professor AI, nossa leitura sobre a Teoria Sociocultural de Vigotski nos permite compreender que há, no contexto pedagógico, nos processos de compreensão e construção de conhecimento, mecanismos que só se estabelecem a partir da interação social, no qual a elaboração da aprendizagem, realizada pelo aprendiz, depende fundamentalmente da mediação que o parceiro mais capaz consegue realizar. Essa mediação, que só pode ser realizada pela linguagem, exige processos de natureza semiótica, ou seja, de negociação de significados, de símbolos, próprios do contexto social e cultural, tanto do aprendiz quanto do novo mundo cultural no qual se quer inseri-lo.

Partindo dessa premissa, fica claro que a riqueza do contexto cultural é fundamental e o domínio do professor, parceiro mais capaz, desse processo de mediação semiótica é de extrema importância.

A disposição do professor JM para se aproximar de seus alunos e prepará-los para a visita foi notória. Mesmo sem conhecer o museu de ciências que seus alunos visitariam e saber quais atividades seriam lá apresentadas, o professor buscou diferentes meios de orientar os estudantes. Na verdade ele sabia que a pesquisa se estabeleceria no contexto da investigação das contribuições que uma parceria entre a escola e o museu de ciências poderia trazer para o ensino de conceitos científicos. O professor sabia, também que nossa ênfase seria dada sobre um único

experimento: O gerador eletrostático de *Van de Graaff*. Desse modo, o professor buscou orientar seus alunos para a observação desse experimento em especial.

Após a fala 26, quando o professor explicou o que os alunos estudariam, houve um período longo de aula expositiva no qual o professor adotou uma postura retórica de exposição não interagindo com os alunos por cerca de 30 min buscando transmitir a eles alguns conceitos que subsidiariam o entendimento do funcionamento do equipamento experimental estudado e os ajudaria a entender os fenômenos observados na atividade que seria realizada no museu.

O professor JM, surpreende e apresenta uma atividade de demonstração experimental para ilustrar e contextualizar sua fala.

Nesse momento da aula muitas dúvidas surgiram entre os alunos, porém o professor optou por não problematizá-las pedindo para que os alunos levantassem hipóteses sobre o que foi observado e retomassem as dúvidas na próxima aula. A seguinte sequência de falas mostra um pouco de como foi o comportamento do professor durante esse período:

- (30) *Aluno 4 – Professor porque que não deu certo com a peneira de metal?*
(31) *P – Será que o problema está na peneira?*
(32) *Aluno 4 – Eu acho que o problema é o material*
(33) *P – e se eu colocar os papéis em cima da peneira metálica será que dá certo?*
(34) *Aluno 4 – Mas porque que daquele jeito não dá certo? Você não vai me explicar?*
(35) *P – Isso nós vamos descobrir, eu não posso falar muito para não interferir no relatório de vocês*

A atividade experimental motivou muitas perguntas da turma e foi notável o aumento da participação dos alunos na aula, caracterizando um ambiente propício para que o professor pudesse conduzir a problematização dos conceitos abordados naquele experimento. Isso poderia ter sido feito através de um posicionamento dialógico do professor, no qual ele poderia ter instigado os alunos a exporem suas hipóteses, dessa forma, confrontando as ideias expostas, o professor poderia conduzi-los a um debate que poderia vir a subsidiar o entendimento dos fenômenos observados.

Outro aspecto que poderia ter sido favorável nessa atividade seria uma maior articulação entre o experimento realizado em sala e a visita ao Museu de Ciências,

ou até mesmo relacioná-lo diretamente ao Gerador eletrostático de Van de Graaff, tendo em vista que os conceitos Físicos de um estão presentes no outro, pois da forma que foi conduzida a atividade, foi possível perceber uma ruptura entre o que estava sendo feito em sala de aula e o que seria visto no Museu de ciências, o que contribuiu para o não cumprimento do objetivo proposto, que é a aproximação e articulação do ensino não formal com o ensino formal.

Nesse aspecto, acreditamos que, apesar do professor, de antemão, saber que o gerador eletrostático de *Van de Graaff* seria apresentado no InovEE, não foi apresentado a ele como esse experimento seria abordado e discutido com os alunos. Assim, acreditamos que um conhecimento prévio do professor sobre as atividades que seriam realizadas e como seriam abordadas poderiam permitir uma preparação para a visita mais adequada.

Na aula pré-visita ministrada pelo professor AI, ele já conhecia como o experimento seria realizado e qual seria a abordagem com os alunos. Nesse caso, notamos que a preparação realizada por ele contribuiu mais significativamente para a atenção dos alunos nas atividades que foram realizadas no museu em relação aos alunos do professor JM.

É interessante que, no início dessa aula pré-visita, o professor JM apresentou alguns slides para os alunos chamando a atenção para o fenômeno provocado pelo gerador de Van de Graaff. Essa atitude do professor gerou situações interessantes que não foram bem exploradas, isso reforça a ideia de que se o professor soubesse como a abordagem do experimento seria feita no museu de ciências ela teria promovido uma interação mais significativa:

(1) P – Olhando as duas imagens, provavelmente todo mundo já viu algo desse tipo, certo?

Alguns alunos respondem que sim. O professor então pergunta:

(2) P – O que está acontecendo ali?

(3) A1 – Ficou bonito.

(4) P – Por que que ficou bonito?

(5) A1 – Por que o cabelo cresceu.

(6) P – Pessoal o cabelo cresceu?

(7) Sala – Não.

(8) P – O que que aconteceu?

(9) A2 – Ele arrepiou.

(10) P – Por que que arrepiou?

- (11) A2 – *Por causa de uma carga que tá passando no negócio ali.*
 (12) P – *O que que tá passando?*
 (13) A2 – *Eletricidade.*
 (14) P – *Eletricidade? ...*
 (15) A3 – *Estática.*
 (16) P – *Eletricidade estática, energia, o que mais? ... Pessoal, o que que provoca isso? Antes de falar o que está acontecendo, o que que provoca isso mesmo? Por que o cabelo arrepiou? (6:25)*
 (17) A4 – *Por causa das moléculas?*
 (18) P – *O que as duas meninas fizeram para arrepiar o cabelo?*
 (19) A5 – *Colocaram a mão no negócio.*
 (20) P – *Isso, colocaram a mão na esfera, mas o que é essa esfera? Alguém sabe o nome disso? Será que isso acontece mesmo ou é algum truque?*
 (21) P – *Isso acontece mesmo. E o motivo seria esse: eletricidade? Eletricidade estática? ...*
 Sem respostas dos alunos o professor prossegue explicando.

Alguns alunos disseram já conhecer a experiência. Contudo, nem mesmo eles, foram capazes de produzir interações significativas com o professor. Apesar de utilizar a estratégias de perguntas para ir orientando uma linha de raciocínio dos alunos (argumentação socrática), o professor não consegue extrair muito dos estudantes. Mais uma vez destacamos a dificuldade que esses alunos apresentam para implementar uma discussão, mesmo com ações contextualizadoras do professor, tendo em vista a falta de repertório cultural que facilitasse o trabalho de mediação semiótica do professor.

É possível perceber pelas falas dos estudantes que eles concentram suas ideias na descrição do efeito: arrepiar os cabelos. Toda uma discussão sobre argumentos que justifiquem esse efeito não é realizada, a não ser por uma única palavra: eletricidade:

- (13) A2 – *Eletricidade.*
 (15) A3 – *Eletricidade Estática.*
 (21) P – *Isso acontece mesmo. E o motivo seria esse: eletricidade? Eletricidade estática?*

Essa única palavra parece, para os alunos, bastar para justificar o significado do fenômeno observado.

Segundo Halliday (1989), é incorreto pensar que a palavra escrita é mais complexa que a falada. Para o autor, ambas as formas de expressão apresentam sua complexidade. Contudo, na escrita há uma tendência do autor condensar melhor suas ideias, tendo em vista o planejamento que permite a reflexão, o pensar e as

escolhas de termos. Essas ideias são compartilhadas com Chafe (1982), que propõe o termo “empacotamento” (*packing*) para explicitar o fato de na escrita haver uma quantidade maior de informação em uma unidade de ideia.

Porém, esses mesmos autores destacam que na fala existe a tendência ao contrário da escrita. Ao falarmos, como não dispomos do mesmo tempo de reflexão e de planejamento, apresentamos uma tendência de construir nossos enunciados de forma mais longa, menos empacotada. É claro que, na presença de outros interlocutores que discutem a mesma temática, como é o caso de uma aula na qual se oportuniza a interação social, esse efeito tende a ser maior.

A partir dos dados coletados nas aulas que antecederam a visita, tanto na ministrada pelo professor AI, quanto na lecionada pelo professor JM, notamos um efeito contrário à indicação de Halliday (1989) e Chafe (1982). Os alunos tendiam a “empacotar” suas falas para justificar o efeito observado.

Para nós, esse fato reafirma a hipótese de que a falta de um repertório cultural científico, não apenas de palavras e termos, mas, também do que significa construir um enunciado científico, bem como dos processos que levam evidências experimentais se transformarem em “verdades” científicas, levaram a essa realidade.

-Aula pós-visita

Ao iniciar a aula posterior à visita ao InovEE, o professor não retomou de imediato o passeio dos alunos, ele optou por começar a aula dando continuidade à atividade experimental realizada em sala na aula anterior à visita. Foi pedido aos alunos que escrevessem um relatório em grupo sobre o experimento realizado por eles, neste relatório deveria conter o que foi observado e as hipóteses do grupo, somente depois de finalizar essa atividade o professor retomaria a visita.

A seguir, apresentamos o Quadro 6 que resume os movimentos discursivos do professor na aula pós-visita e sua respectiva análise.

Quadro 6 – Categorização do discurso do professor JM na aula Pós-visita

CATEGORIZAÇÃO DO DISCURSO DA PROFESSOR JM (PÓS-VISITA)					
ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA					
Exposição			Contextualização		
110			59, 67, 87		
ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA					
Fornecimento de Pistas	Reespelhamento	Remodelamento		Elucidação	
44, 46, 48, 50, 70, 72, 78, 89	39, 48, 50, 52, 87, 112	43, 48, 58		52, 74, 76, 80, 101, 103, 105	
ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA					
Instigação	Contraposição	Organização	Recapitulação	Recondução	Fala Avaliativa
36, 37, 61, 80, 82, 85	41, 43, 56	Não houve	Não houve	Não houve	39, 58, 68, 106, 108, 110

A retomada, portanto, ocorreu, de tal forma que buscou relacionar a experiência de sala de aula com as observações na visita. Essa estratégia adotada pelo professor ofereceu certa dificuldade aos alunos que, nem sempre, conseguiram relacionar as duas atividades, causando uma espécie de ruptura entre a atividade de sala de aula e o que foi visto no museu de Ciências. Isso, de certa forma, representou para alguns alunos um obstáculo para o entendimento da lógica proposta pelo professor, pois após explicar que o objetivo era entender o funcionamento do gerador de *Van de Graaff* ele lança a pergunta “(37) P- por que o canudinho atraiu o papel?” e direciona a aula novamente para a experiência realizada em sala de aula.

Apesar de ter deixado claro aos alunos que o objetivo da aula seria entender o funcionamento do Gerador eletrostático de Van de Graaff e que as atividades da aula anterior estão ligadas a isso, o professor conduz a aula por um longo período focando somente o experimento do canudo realizado em sala e discute os conceitos envolvidos nesse fenômeno observado. Somente depois de finalizar esta discussão é que o professor retoma o Gerador de Van de Graaff. Com isso queremos dizer que, ao finalizar a discussão de um experimento para depois iniciar a discussão sobre o outro experimento, pode haver uma dificuldade de correlação entre eles por

parte dos alunos, acreditamos que o professor poderia ter trabalhado em uma dinâmica que relacionasse melhor as duas atividades experimentais, pois esse movimento poderia contribuir para uma melhor construção de uma linha de raciocínio mais completa dos alunos. Essa hipótese é corroborada por Wertsch (1984), quando destaca a importância da definição de situação para que a interação social ocorra dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos. Ao nosso ver, a transição de um experimento para outro foi uma estratégia utilizada pelo professor que não facilitou a ocorrência da definição de situação para os interlocutores do discurso adotado pelo professor.

Da mesma forma como na aula do professor AI, o professor JM perdeu oportunidades importantes para, de fato, produzir interações sociais de caráter mais dialógico com os alunos. Pelos dados indicados no quadro de resumo do movimento discursivo do professor, nota-se que, diferente da aula pré-visita, muitos aspectos de caráter dialógico aconteceram, porém, poderiam ser melhor explorados pelos professores.

Novamente, percebemos a existência de um roteiro mental estabelecido pelo professor. Do nosso ponto de vista, o professor tinha por objetivo tentar expor uma linha de raciocínio na experiência do canudo, para que os alunos, generalizassem os mesmos conceitos e ideias para o gerador eletrostático de *Van de Graaff*.

(37) P- por que o canudinho atraiu o papel?

(38) Aluno5 – Por causa do atrito...

(39) P- Por causa do atrito que nós provocamos, mas por que esse atrito provocou o que a gente observou?

(40) Aluno6 – Transferência de energia...

(41) P – Será que é transferência de energia?

(42) Aluno7 – Perda de energia

(43) P - Será que é perda de energia? ... Pessoal, o que nós fizemos foi um processo de eletrização por atrito a gente já falou da eletrização aqui... O que que é eletrização? O que que é um processo de eletrização? Você tem a questão da troca de elétrons e aí eu tenho que lembrar que o elétron tem carga de que natureza?

(44) P – O elétron tem carga negativa e positiva?

(45) Sala- Não.

(46) P – Ele só é negativo, o elétron tem carga...?

(47) Sala – Negativa

(48) P – Certo. Pessoal aí na eletrização foi falado aqui que apenas os elétrons são transferidos entre os corpos, aí a gente tem a seguinte situação: aquele que ganhou elétrons ele vai?

(49) Aluno8- Ficar negativo?

(50) P – Ficar negativo. Ele vai adquirir carga negativa, não é isso? E quem perdeu elétrons?

(51) Aluno8 – Fica positivo

(52) P – Fica com carga positiva por que vai ficar com prótons a mais, certo? Pessoal então é isso que tá acontecendo quando a gente provoca o atrito do canudo com o papel, alguém ficou positivo e alguém ficou negativo.

A sequência tem início com uma fala do professor que busca instigar os alunos a exporem suas ideias, à medida em que as ideias expostas não atendiam sua linha de raciocínio, ou seu roteiro mental, o professor adota uma postura socrática de fornecimento de pistas, reespelhamento, remodelamento e elucidação para conduzir o raciocínio dos estudantes.

É possível notar que as perguntas formuladas induzem a uma resposta já esperada pelo professor, sendo assim, as verdadeiras concepções dos alunos não são exploradas.

Como pode ser visto na fala 39, o professor JM apresenta um discurso que possui característica de reespelhamento. É possível notar que quando o professor JM autoriza a fala do Aluno 5, concordando com o que ele diz, em relação ao atrito, sem perguntar se ninguém tinha opinião em contrário ou apresentava opinião diferente, ele acaba por inibir, o surgimento de outras possíveis hipóteses.

Mas, assim como na aula do professor AI, não esperávamos que uma única visita ao museu de ciência produzisse transformação radical no discurso docente que, por sua vez, é condicionada por aspectos da história de cada professor em suas experiências com o ensino, seja como docente ao longo da carreira ou como aluno. O que era esperado é que houvesse uma mudança no padrão das interações entre aluno e professor na aula posterior à visita ao museu.

Enquanto na aula pré-visita os alunos eram poucos participativos, havendo poucas aberturas para movimentos dialógicos do professor, essa condição se transformou depois da visita.

Como o professor JM não teve acesso ao software que desenvolvemos para preparar o docente quanto aos conteúdos específicos do Gerador eletrostático de *Van de Graff* que seriam discutidos no InovEE, acreditamos que isso tenha limitado o trabalho dele quanto à discussão em sala de aula no pós-visita. A hipótese é a de

que, para ter mais segurança, o professor JM realizou a experiência em sala de aula para que o foco de sua intervenção didática fugisse da necessidade de explorar em detalhes aspectos da visita que ele desconhecia.

Isso nos leva a concluir sobre a importância da existência de uma aproximação maior nas atividades da Educação formal (escola) e aquelas voltadas à Educação não formal (como por exemplo os museus de ciências).

Quando afirmamos isso, não estamos pregando uma interferência de uma instituição na outra, de forma a “escolarizar” os museus ou “museologizar” as escolas.

Nossa intenção é a de que o professor, em uma parceria com o museu, possa conhecendo-o melhor, planejar e explorar mais significativamente esses espaços, bem como suas atividades, para ampliar a cultura científica dos alunos e, dessa forma, tornar os processos de mediação em sala de aula mais bem aproveitáveis.

As visitas aos museus não substituem a existência de laboratórios nas escolas e nem mesmo justificam a não realização de experimentos de demonstração nas salas de aula. Da mesma forma, os professores não devem prejudicar o caráter lúdico das visitas aos museus, sufocando os alunos com uma grande quantidade de obrigações relativas à pesquisa, preenchimento de relatórios, realização de entrevistas, etc.

Contudo, entendemos que o professor deve preparar os alunos para a visita, orientando-os, chamando a atenção de todos quanto aos aspectos, conceitos e ideias que serão abordadas no contexto museológico que se referem aos temas que estão sendo debatidos e aprofundados em sala de aula.

Para tanto, o professor deve estar preparado para planejar ações didáticas coerentes com essa proposta. Nesse sentido, acreditamos ser importante que os cursos de formação inicial e continuada de professores propiciem oportunidades de aproximação da realidade docente com as dos museus de ciências.

Em nossa pesquisa, propomos e construímos um protótipo de *software* que facilite o trabalho de planejamento do professor em relação às atividades realizadas

nos museus de ciências. Após as atividades com os alunos pedimos para que os professores respondessem a um questionário que tinha como objetivo avaliar o *software* desenvolvido a fim de contribuir para o aperfeiçoamento do mesmo.

5. Considerações Finais

Nossa pesquisa tinha como foco principal entender como o professor de Física estabelece relação entre suas ações no ensino formal, que realiza na escola, com aquelas que se estabelecem nos espaços de ensino não formal, como é o caso dos museus e centros de ciências. Além disso, nosso intuito também foi avaliar o impacto que a visitas a esses locais poderia trazer para o processo de ensino e de aprendizagem realizado em sala de aula do ponto de vista da interação professor-aluno especificamente para o aprendizado de conceitos de Física.

Para tanto, implementamos uma investigação que se estabeleceu, de forma geral, em três partes: a primeira constava em fazer um levantamento sobre as concepções de professores sobre o papel das práticas realizadas em espaços de Educação não formal no aprendizado dos alunos e como esses docentes acreditavam ser possível o estabelecimento de uma parceria entre o museu de ciências e a escola. Na segunda etapa, buscamos conhecer em detalhes o impacto de uma visita a um museu de ciências no processo de ensino e de aprendizagem em sala de aula, buscando compreender como isso poderia, de alguma forma, alterar as relações entre professor e alunos e, de que forma, isso seria positivo ou não para a aprendizagem de conceitos científicos. Por fim, em uma terceira etapa buscamos avaliar um *software* desenvolvido visando entender se esse instrumento poderia se constituir em ferramenta de apoio aos professores no planejamento de aulas que explorassem melhor a visita dos alunos aos espaços não-formais de Educação científica.

Nessa perspectiva, utilizamos como referenciais de análise de dados conceitos relacionados à Teoria Sociohistórica de Vigotski. Nossa escolha por esse autor ocorreu devido ao fato das pesquisas em Ensino de Ciências, a partir da década de 1990, dar uma ênfase significativa às investigações que valorizam aspectos sociais que se estabelecem no contexto de sala de aula. Assim, mais do que centrar atenção nos aspectos específicos cognitivos individuais dos alunos no processo de aprendizagem de conceitos científicos, passou-se a valorizar como as práticas e vivências da comunidade científica utilizadas na construção do conhecimento passa a ser explorada no contexto de sala de aula a partir da

interação social desencadeada por professor e alunos em torno do objeto de aprendizagem.

Nossa atenção, portanto, foi direcionada à fala, aos discursos proferidos pelos alunos e pelo professor ao discutirem temas científicos e de que forma negociavam significados de termos, símbolos e palavras para construir interpretações dos fenômenos físicos estudados.

É importante destacar que não estávamos preocupados em avaliar o desempenho individual de professor e alunos segundo o parâmetro de suas intervenções discursivas, mas sim em compreender como uma simples visita ao museu poderia ou não produzir mudanças no processo de interação social entre os protagonistas da ação pedagógica.

Primeiramente, compreendemos, a partir dos dados de nossa pesquisa, que os professores investigados, apesar de apresentarem pouca ou quase nenhuma experiência em desenvolver ações que levem seus alunos a visitarem espaços não-formais de Educação em Ciências, acreditam que essas instituições podem sim trazer contribuições para a sala de aula. Na visão desses docentes, mais do que motivar, os museus de ciências podem oferecer vivências que, a grande maioria das escolas, não pode oferecer a seus alunos por não estarem devidamente equipadas com experimentos e laboratórios.

A carência desse tipo de espaço na região leva os professores a acreditarem que o museu, nesse sentido, pode substituir essa deficiência da instituição escolar e, em certa medida, isso acaba, de fato, acontecendo. Contudo, isso não leva a justificar a existência dos museus de ciências e nem mesmo justificar uma parceria desse tipo de instituição com a escola. Até porque, se essa fosse a única justificativa, o correto não seria, então, ao invés de criar e manter uma instituição como um museu de ciência, equipar as escolas com laboratórios e preparar metodologicamente os professores para explorá-lo? E no caso em que as escolas já realizam atividades experimentais, que já possuem laboratórios? As visitas aos museus de ciências seriam dispensáveis?

Na verdade, as vivências que os museus oferecem têm natureza diferente daquelas vivenciadas nas escolas. O que vimos em nossa pesquisa é que, apesar

de uma experiência ser realizada em uma escola, essa atividade não conseguiu substituir os múltiplos estímulos que o museu de ciências foi capaz de oferecer. Não foi só uma questão de motivação relacionada a uma experiência diferente do cotidiano daqueles alunos, mas oportunidades de vivenciarem um universo social diferente onde puderam, além de receber informações, refletir, debater e trocar opiniões sobre temas relacionadas ao aprendizado que, antes ficava somente nos limites do espaço escolar.

Em nossos resultados observamos que as vivências no InovEE oportunizaram ampliação no horizonte cultural dos estudantes de tal forma a não apenas motivá-los, mas de, fundamentalmente, torna-los mais aptos a discutirem e exporem sobre assuntos que antes, era de único e exclusivo domínio do professor.

Nas aulas de retomada da visita, em ambas as turmas investigadas, foi possível perceber uma mudança no comportamento dos alunos, a maioria deles queria fazer alguma colocação, relatar alguma lembrança, queria participar daquele momento da aula. Isso evidenciou como a visita ao Museu de Ciências pode influenciar na mudança da dinâmica de sala de aula através da motivação e do estímulo da curiosidade, aspectos que, se bem trabalhados, podem ser grandes aliados ao trabalho docente.

Notamos também que o repertório de concepções espontâneas dos alunos na aula pós-visita foi muito maior do que nas aulas pré-visitas. Como o período entre elas foi de uma semana, acreditamos que a visita ao centro de ciências foi o fator que contribuiu para o enriquecimento cultural dos alunos através das interações que se estabeleceram durante a visita. Nesse aspecto, vale ressaltar que independentemente da postura discursiva típica do professor, resultado de sua identidade docente, ou seja, de sua intenção ou não de promover uma aula dialógica, os alunos foram capazes de se posicionar, de perguntar, de apresentar dúvidas, diferentemente da postura que adotavam antes da visita.

Não conhecemos as particularidades da vida profissional e pessoal de cada um desses professores, também não temos conhecimento sobre as condições de trabalho de cada um deles, afinal o contato com a escola ocorreu somente nos dias das gravações das aulas e não buscamos conhecer essas particularidades,

portanto, não podemos afirmar quais aspectos influenciaram para que cada um deles desenvolvessem as atividades da maneira que se apresentaram.

Porém, mesmo com essa diferença entre as atividades desenvolvidas, foi notória a dificuldade que os dois professores demonstraram em adotar uma postura dialógica. Em alguns momentos, ambos os professores tiveram grande dificuldade em redirecionar seus discursos para essa categoria discursiva: apesar de fazerem uso das instigações, buscando ouvir as concepções dos alunos, acabavam por não manter essa postura ao perceberem algumas ideias e visões que divergiam da linha de raciocínio adotada por eles.

Essa postura de ambos os professores nos levou a considerar a existência de uma espécie de roteiro mental adotada por eles que, de alguma forma, só os fazia dialogar com aqueles alunos que reespelhavam suas falas ou linhas de raciocínio. Isso, provavelmente, comprometeu em muito o processo interativo e, em consequência a aprendizagem.

Nessa direção, é claro que, analisando os as falas dos professores e dos alunos das turmas investigadas, podemos fazer uma série de críticas e colocar em dúvida se houve ao não, de fato, aprendizado efetivo dos conceitos a que as aulas em questão se propunham ensinar. Nesse caso, caberia o argumento de que a visita não trouxe impactos significativos para a aprendizagem dos estudantes.

Contudo, é preciso considerar que o alvo de nossa pesquisa era o processo interativo entre professor e alunos no contexto de sala de aula em torno da temática científica abordada. É evidente que a aprendizagem não se daria em uma, duas ou três aulas e o fato é que analisamos apenas uma única aula após uma única visita.

Outro aspecto a ser considerado é que os professores não tinham nem experiência e nem o devido preparo para a realização desse tipo de atividade. Cada um a seu modo se organizou como entendeu ser a melhor forma de fazê-lo.

Com o software desenvolvido buscamos contribuir com um dos professores na preparação da visita e na abordagem de sua retomada, sem discutir com ele como essa ferramenta poderia ser aproveitada, dessa forma foi observado que o professor se viu limitado em suas possibilidades. Porém, é preciso considerar que

na aula onde o software foi utilizado as ideias e os conceitos foram melhores discutidos e abordados.

O software, como qualquer outra ferramenta, não tem o poder de, por si só, constituir-se em solução para que uma parceria entre museu e a escola possa se efetivar. Contudo, por oferecer aos professores alguns instrumentos, pode facilitar o trabalho de planejamento e discussão das visitas.

Acreditamos ser necessário que uma pesquisa colaborativa na qual professores, monitores e pesquisadores em Ensino de Ciências trabalhem em parceria e efetivem um projeto de parceria museu-escola factível no qual o universo cultural da ciência que o museu de ciências pode oferecer seja melhor explorado no contexto de sala de aula. A intenção é que, nesse projeto, se identifique todos os aspectos necessários para que a exploração da Educação não formal no âmbito da escola possa ser efetiva. O resultado desse trabalho deve se constituir em um curso de formação continuada de professores com possibilidades de ser explorado, também, já nos processos de formação inicial.

Concluimos, então, que promover a relação museu-escola pode ser, de fato, uma atividade muito produtiva e muito benéfica aos alunos, uma vez que proporciona situações de interações sociais e de promoção cultural. Porém, chamamos atenção na presente conclusão de que é preciso que se dê mais atenção a preparação e as orientações aos professores que mediarão essa ação.

Referências

ALMEIDA, A.M Desafios da relação Museu-Escola. **Comunicação e Educação**, v.10, p.50-53, set/dez, 1997.

ALMEIDA, R. R.; ARAÚJO JR, C.F.; CHAVES, A.C.L; SANTOS, C.A.B. Um mapeamento de teses e dissertações sobre o processo de avaliação de Objetos de Aprendizagem: uma análise de conteúdo. **R. Bras. de Ensino de C&T.**, vol 7, núm. 2, mai-ago.2014.

ARISTIDES, A.C.; YAMAMOTO, T.T.I.; IOCHIDA, L.C.; ITO, M. Análise da Interface do Usuário de Sistemas de Gestão Hospitalar por meio de Testes de Usabilidade. Disponível em: < <http://www.sbis.org.br/cbis2012/arquivos/749.pdf>> Acesso em 31/10/2014.

BARROS, M. A.; CARVALHO, A M. P. de. A história da ciência iluminando o ensino de visão. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 5, n. 1, p. 83-94, 1998.

BIANCONI, M. L; CARUSO, F. Educação não-formal. **Cienc. Cult. [online]**. 2005, vol.57, n.4, pp. 20-20. ISSN 2317-6660. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n4/a13v57n4.pdf> Acesso em: 02/07/2014

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. Handbook on formative and summative evaluation of student learning. New York: McGaw-Hill, 1971.

CAPELARI, D; ZUKOVSKI, S. N. S. A importância da Física experimental no cotidiano e a educação. **Revista Fapciência**. Apucarana, v. 5, n. 2, p. 12-16, 2009.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.

CHAFE, Wallace L. Integration and Involvement in Speaking, Writing and Oral Litterature. In: TANNEN, Deborah. (Org.). Spoken and Written Language: Exploring Orality and Literacy. Cambridge: Cambridge University Press, p. 35-53, 1982.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/formal de ciências: Relações entre os museus de ciências e as escolas. **Revista de Educação**. Lisboa, v. 3, n. 1, 1993.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

COSTA, A. F; NASCIMENTO, C. M.P; MAHOMED, C; REQUEIJO, F; CAZELLI, S. Pensando a relação museu – escola: o mast e os professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Rio de Janeiro.

DANIEL, B.; MOHAN, P. A Model for Evaluating Learning Objects. In: Proceedings of the IEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALI'04). 2004.

DE PAULA, A. C.; ARAÚJO, I. S.C. James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica. In: XXXIII Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. Ijuí, Unijuí, 2013.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003.

FREIRE, P. (1983): *Pedagogia do oprimido*, 13.^a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

GASPAR, A. O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, v.9,n.2: p.157-163, ago.1992.

_____. **Museus e centros de ciências**: conceituação e proposta de um referencial teórico. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 173 f. 1993.

_____. A educação formal e a educação informal em ciências. In: MASSARANI, L; MOREIRA, I, C; BRITO, F. (Org.). **Ciência e público**: Caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro cultural de ciência e tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2002. Cap. 14, p. 171 – 183.

_____. Museus e centros de Ciências. In: ARAÚJO, E.S.N.N; CALUZI, J.J; CALDEIRA, A.M.A. (org.). **Divulgação científica e ensino de Ciências**: Estudos e experiências. São Paulo: Escrituras, 2006. 7, cap. 6, p.141-189.

GEHLEN, S. et. Al. Freire e Vigotski no contexto da Educação em Ciências: aproximações e distanciamentos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, América do Norte, 1027 01 2009.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio-Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 11-25, 2006.

GUIMARÃES, M; VASCONCELLOS, M. M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar**, v. 27, p. 147-162, 2006.

HALLIDAY, M. A. K. *Spoken and Written Language*. Oxford: Oxford University Press, 1989.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife, Fundação Joaquim Nabuco: Editora Massangana, 2010, 140 p.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**. Uberlândia, v. 7, p. 55 – 66, 2008.

LABURÚ. C. E; ARRUDA, S.M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LOPES, M. M. A favor da desescolarização dos museus. **Educação e Sociedade**. N. 40, p. 443 – 455, 1991.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p.37-50, 2001.

MARANDINO, M. Interfaces da relação museu-escola. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 18, n. 1, p. 85 – 100, 2001.

_____. A Biologia nos Museus de Ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Revista Ciência Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, 2002.

MARTINS, A. J.; FIOLEAIS, C.; PAIVA, J. Simulações on-line no ensino de Física e da Química. *Revista Brasileira de Informática na Educação – V.11 N. 2*, 2003. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/12605/1/Simula%C3%A7%C3%B5es%20OnLine%20No%20Ensino%20Da%20F%C3%ADsica%20e%20da%20Qu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em 14 de jul.2014.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino das ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. (2002) Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Rev. Bras. Ensino Fís.** V24, n.2, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172002000200002. Acesso em 16 de jul. de 2014.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2, 2005

_____; **Estudo dos processos interativos em aulas de Física: uma abordagem segundo a teoria de Vigotski**. 2006. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências de Bauru. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2006.

_____; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.1, p. 71 - 84, 2007.

MONTEIRO, M.A.A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais**: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência –Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – UNESP. 2002.

_____; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I.C.C. a utilização de recursos multimídias em aulas de física a partir do referencial teórico de Vigotski. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba.

_____; MONTEIRO, I.C.C; GERMANO, J.S.E. A utilização de recursos multimídias em aulas de física a partir do referencial teórico de Vigotski. **Revista ciência & ideias**. N.1, VOLUME 1- 2009.

_____; MONTEIRO, I.C.C; SILVA, L.F.; GASPAR, A. Avaliação de monitorias realizadas em um centro de ciências. **Ciência e Natura**, v. 36, n.3, 337-348, 2014.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C.N. Uma visão sócio-interacionista e situada dos conceitos e a internalização em Vygotsky. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. **Atas**. Águas de Lindóia, 2013.

NEVES, R. A; DAMIANI, M.F. Vygotsky e as teorias de aprendizagem. **UNirevista**, v.1, n.2, 2006.

NIELSEN, J. Usability Engineering. Academic Press, Cambridge, MA. 1993

PEREIRA, G. R; CHINELLI, M. V; COUTINHO-SILVA, R. Inserção dos centros e museus de ciências na educação: estudo de caso do impacto de uma atividade museal itinerante. **Ciência & Cognição**. V. 13, n. 3, p. 100 – 119, 2008.

PESSOA JUNIOR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 1, p. 4-6, out.1996.

ROMERO, R.L.; ANDRADE, R.; PIETROCOLA, M. Parâmetros para análise de roteiros de Objetos de Aprendizagem. In: **Simpósio Nacional do Ensino de Física**, 18, Vitória, ES, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0238-1.pdf>>. Acesso: 12, Nov. 2014

SCAPIN, D. L.; BASTIEN, J. M. C. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality. Of interactive systems. **Behaviour and Information Technology**. vol.16, n. 4/5, July-October, p. 220-231, 1997.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de pesquisa em educação**. Blumenau, v. 2, n. 2, p. 293 – 318, 2007.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

VALENTE, M. E.; CAZELLI, S. Museus, ciência e educação: novos desafios. **História, Ciências e Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.12, p.183-203. 2005.

VIEIRA, F. M. S. Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa. Disponível em: <<http://www.edutec.net/Textos/Alia/Misc/edmagali2.htm>> 1999. Acesso em 12 de Nov. 2014.

VIEIRA, V., BIANCONI, M. L., DIAS, M. Espaços não -formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v.57, n.4, p.21- 33, out. -dez. 2005.

VIGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: 2^a ed. Martins Fontes ed., 1999.

WERTSCH, J. V. - The Zone of Proximal Development: Some Conceptual Issues, In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (ed.): **Childrens Learning in the Zone of Proximal Development**: New Directions to Child Development, nº 23 - S. Francisco; Jossey - Bass, Março, 1984.

Apêndice A – Roteiro de perguntas do questionário para os professores sobre a importância da relação museu-escola

Nome:

Idade:

Ano e área de formação:

Número de turmas que possui:

Carga horária semanal:

1- Possui pós-graduação? Em que área?

2- Descreva, em linhas gerais, o que você entende por “ensinar ciências”.

3- Como você entende o papel das atividades experimentais no ensino de ciências?

4- Você costuma utilizar atividades experimentais em sala de aula? Se sim, com que frequência? Se não, qual o motivo?

5- Você costuma levar seus alunos à Centros de Ciências? Se sim, cite as razões pelas quais você realiza esse tipo de atividade, se não, indique os motivos.

6- Em sua opinião, você acha que é possível ensinar e aprender ciência em um Centro de ciências ou eles servem apenas para despertar o interesse pela ciência?

7- Tendo em vista a realidade escolar atual, você acredita que seria possível criar uma relação entre o Centro de ciências e a escola visando a melhoria do ensino de ciências? Em caso afirmativo, como você acha que poderia ser essa relação?

8 – Você estaria disposto a estabelecer uma parceria como essa? Quais dificuldades você acha que enfrentaria para participar?

Apêndice B – Transcrição das aulas do professor AI

Aula pré-visita

O professor iniciou a aula falando da visita e fazendo algumas recomendações para os alunos. Explicou que a aula seria uma revisão e que alguns tópicos ele chamaria mais atenção, pois os alunos devem verificar esses conceitos na visita, a qual o professor orientou que os alunos deveriam buscar ao máximo interagir com os equipamentos, sem a necessidade de levar cadernos, ou material para anotação, somente pediu para que prestassem atenção nos conceitos abordados.

O professor prossegue na revisão sobre eletrodinâmica e em determinado momento surge a questão dentro do contexto de diferença de potencial:

- (1) P – O que que faz o elétron se movimentar de uma área de baixo potencial para uma área de alto potencial?
- (2) Aluno1 – O elétron oposto?
- (3) P – O elétron oposto?
- (4) Aluno1 – É tipo, ele tá negativo e do outro lado tá um positivo
- (5) P – Isso, legal essa explicação.
- (6) P – Pensa o seguinte... Só vai haver movimento dentro de um condutor, vamos imaginar que isso seja um fiozinho (demonstração na lousa), você vai gerar aqui dentro do fio um campo elétrico, lembra de campo elétrico que estudamos no primeiro bimestre? Então, o campo elétrico está vindo pra cá... (explicação de campo elétrico sem dar um feedback específico sobre o “elétron oposto”)
- (7) P- Quando eu coloco uma carga elétrica imersa em um campo o que que aparece nessa carga elétrica?
- (8) Aluno2 – Fala de novo professor
- (9) P – Eu tenho uma carga elétrica aqui, ela está imersa em um campo magnético, ela vai ficar paradinha onde ela está?
- (10) Sala – Não
- (11) P – Por quê? O que que vai fazer ela se movimentar? Vai aparecer o que nela?
- (12) P – Uma coisa que ta parada para começar a se movimentar o que que você tem que fazer com ela?
- (13) Aluno3- Força?
- (14) P – Uma força, exatamente.

(15) P - Vai aparecer uma força aqui e essa força é que faz essa partícula se movimentar. Agora eu pergunto pra vocês, essa partícula vai pra esquerda ou pra direita?

(16) Aluno1 – Pra esquerda

(17) P – Pra esquerda.

(18) P - Então o que faz um elétron que está dentro do condutor começar a se movimentar?

(19) P - Vai ter um campo elétrico, eu vou gerar um campo elétrico, esse campo elétrico vai gerar uma força nessa partícula, nesse elétron e esse elétron vai se movimentar na direção da força que o impulsiona. Entenderam isso ou não? Isso é tensão. Então o que que a tensão faz? Ela transfere energia para o elétron para ele poder se movimentar, ela motiva o elétron a se movimentar.

(20) P – O que que eu quero que vocês se lembrem lá na apresentação no museu de ciências é a palavra Diferença de potencial, eu quero que vocês prestem atenção e vejam se vão ouvir essa palavra lá, tá bom?

(21) P – Depois disso nós definimos corrente elétrica também. O que é corrente?

(22) Aluno4 – Movimento dos elétrons num circuito fechado

(23) P – Então como vocês definiram e definiram muito bem, enquanto a tensão motiva ou faz os elétrons parados começarem a se mover a corrente vai ser o movimento desses elétrons. Então a corrente vai ser o número de cargas elétricas que passam pelo fio num determinado tempo, mas pra que isso aconteça eu preciso de um circuito fechado.

(24) P - O que é um circuito fechado? Lembram desse desenho aqui? (Professor desenha um circuito simples na lousa). Gente isso aqui é um símbolo de bateria ou pilha, o que que a bateria ou pilha fornece para o circuito? Ela fornece a tensão. Então os elétrons vão sair daqui e chegar até aqui, saem do menor potencial para o maior potencial. Se você romper esse circuito a corrente elétrica para...

O professor aproveitou a questão do circuito aberto ou fechado para falar de choque elétrico e utilizou alguns exemplos, ressaltou que esse era um ponto muito importante que eles deveriam prestar atenção na visita. Ressaltou no final da aula que eles deveriam prestar atenção especial no experimento de Van de Graaff.

(25) P – Num dia de chuva, algumas vezes acontece um relâmpago, não ocorre? Então o que acontece pra que haja o relâmpago ou seja, pra que o ar deixe de ser isolante elétrico e passe a conduzir eletricidade? Pra que isso aconteça, lembra que a gente falou que para ter corrente elétrica precisa acontecer duas coisas, o circuito precisa ser fechado e em segundo lugar alguma coisa deve fornecer uma diferença de potencial entre dois pontos, o que é que vai acontecer? As nuvens lá no céu,

quando elas estão em movimento as gotículas de água entram em atrito, lembram dos processos de eletrização que existem? O atrito, o contato e a indução, quando as gotículas entram em atrito você tem um acúmulo de cargas elétricas aqui em cima, então a gente tem um potencial elétrico em cima e naturalmente um potencial elétrico em baixo, quando a diferença do potencial de cima e o de baixo é muito grande o ar deixa de ser isolante e passa a conduzir eletricidade, isso a gente diz que o ar rompe a rigidez dielétrica do ar. Vocês lembram da rigidez dielétrica do ar? Quando a gente rompe a rigidez dielétrica do ar ele deixa de ser isolante e passa a ser condutor de eletricidade, o valor da rigidez dielétrica do ar, alguém lembra?

(26) Aluno 5- 1000v/mm

(27) P – 1000v/mm.

(28) P - Outra coisa que eu quero que vocês percebam no gerador de Van de Graaff é quando o professor falar em rigidez dielétrica do ar, vocês vão ver na prática o ar deixando de ser isolante e passando a ser condutor de eletricidade na frente de vocês. O ar deixando de ser isolante e passando eletricidade pelo ar de um ponto ao outro, sempre saindo de um lugar que tem baixo potencial pra um lugar que tem maior potencial. Então quais são as coisas que vocês deverão prestar atenção? Diferença de potencial, corrente elétrica, choque elétrico e rigidez dielétrica do ar, que são coisas que vocês vão ver acontecendo ali na frente de vocês.

(29) P – Ficou faltando definir então resistência elétrica. Nós já vimos tensão, corrente e agora está faltando a resistência. Vamos ver rapidinho para dar tempo da gente resolver os exercícios.

(30) P – O que que é resistência elétrica?

(31) Aluno 4 – É o que dificulta o movimento dos elétrons

(32) P – Então o que vai dificultar o movimento no condutor é a resistência elétrica. Quanto maior a resistência, mais dificuldade vão ter os elétrons para se locomover dentro do condutor.

O professor fala rapidamente sobre a equação da lei de ohm. Revisou também potência elétrica e partiu para os exercícios.

Aula pós-visita

(33) P – Na nossa aula de hoje vamos resgatar o que foi visto lá na visita, o que foi mais marcante pra vocês?

Nessa hora vários alunos ressaltaram algum momento da visita, como por exemplo, o choque, o cabelo arrepiado, o pêndulo. O professor então levou fotos e vídeos da

visita, conforme foi passando na projeção os alunos iam comentando sobre a visita. Foi um momento mais descontraído da aula.

O professor foi passando até chegar nas fotos da demonstração do experimento de Van de Graaff.

(34) P – Aqui vocês lembram o que aconteceu?

(35) Aluno 1 – Saiu um raio

(36) P – de onde pra onde que foi esse raio?

(37) Aluno2 – Do “negoção” maior pro menor

(38) P – E vocês saberiam me dizer por que as cargas elétricas vão daqui pra cá?

(39) Aluno3 – rompeu o ar?

(40) Aluno4 – Um é negativo e outro é positivo?

(41) P – rompeu o que do ar?

(42) Aluno5 – Rigidez

(43) P – Isso, rompeu a rigidez dielétrica do ar.

(44) P - E o que fez romper essa rigidez dielétrica do ar?

(45) Aluno6 – Alta voltagem

(46) P – Ou?

(47) Aluno7 – Tensão

(48) P – Ou diferença de potencial!

(49) P - Resumindo aqui o que a gente falou, o que acontece para as cargas saírem daqui e virem pra cá?

(50) Aluno8 – Gerou a alta diferença de potencial

(51) P – O que essa alta diferença de potencial fez?

(52) Aluno5: Rompeu a rigidez dielétrica do ar

(53) P – Rompeu a rigidez dielétrica do ar e quando a rigidez dielétrica do ar é rompida o que acontece? O ar deixa de ser o que?

(54) (Quase) Todos: isolante...

(55) P – e passa a ser?

(56) Todos: Condutor

Essa parte da aula o professor conduziu rapidamente, pois ainda haviam algumas fotos para passar, em todas o professor fazia alguns comentários. O professor mostrou também alguns vídeos feitos na visita, ao passar o da experiência do gerador no show da física ele iniciou a discussão.

(57) P – Qual foi o efeito dessa experiência? O que aconteceu nessa experiência?

(58) Aluno9 – Magnetismo...

(59) Aluno10 – O cabelo da Mariana subiu

(60) P – Por que que isso aconteceu?

(61) Aluno11- Por que o cabelo ele é mais leve, então, ai esse Van de Graaff acaba passando a eletricidade para o corpo dela, mas ela não leva choque porque ela estava em cima da cadeira só que o cabelo como era mais leve, subia.

(62) P – Certo. Mas por que ele subia?

(63) P – Bom, vamos prosseguir então e já já a gente vê isso... Bom, vocês já lembraram alguns momentos aí, agora eu queria que vocês falassem pra mim, quais os conceitos de física que nós vimos em sala de aula que vocês viram lá?

(64) Aluno12 – A diferença de potencial...

(65) P – Em quais experimentos?

(66) Aluno12 – Van de Graaff

(67) Aluno13 – Da bobina

(O professor listou alguns experimentos na lousa)

(68) P – qual outro conceito?

(69) Aluno14 – Energia cinética e potencial

(70) Aluno12 – A gente viu também a rigidez dielétrica

Dessa forma o professor fez uma lista de conceitos que os alunos iam se lembrando e seus respectivos experimentos.

(71) P – Mas na nossa aula passada eu pedi pra vocês prestarem atenção em um experimento, qual era?

(72) Sala – Van de Graaff

(73) P – Quais os conceitos que eu pedi pra vocês prestarem atenção no gerador de Van de Graaff?

O professor listou conforme os alunos iam falando:

- Diferença de potencial
- Campo elétrico
- Rigidez dielétrica do ar
- Processos de eletrização
- Choque elétrico

(74) P – Pessoal, eu vou falar então sobre o gerador de Van de Graaff. (34:49)

O professor projeta para os alunos a ferramenta fornecida por nós e vai conduzindo a aula de acordo com os tópicos. Ele fala rapidamente sobre a história e fala de aceleradores de partícula. Depois passa para a parte de funcionamento.

(75) P- Pra gente poder estudar o funcionamento do gerador de Van de Graaff a gente tem que lembrar como é o átomo. Ele é formado por um núcleo, o que que tem no núcleo?

(76) Aluno 15 – Prótons e Nêutrons

(77) P- Prótons e Nêutrons. Prótons são partículas...?

(78) Aluno15 – Positivas

(79) P – Positivas. E nêutrons?

(80) Sala – Neutro

(81) P- Isso. E girando em volta ali o que que tem, quais partículas tem ali?

(82) Sala – Elétrons

(83) P – Os elétrons. Os elétrons são partículas com que carga?

(84) Sala – Negativa.

(85) P – Esse átomo aqui é um átomo neutro, ele tem o mesmo número de prótons e elétrons. Quando ele perde um elétron ele fica com mais prótons então ele fica carregado positivamente e quando ele ganha um elétron? Quando ele ganha um elétron ele fica carregado negativamente. Por que ele fica carregado negativamente?

(86) Aluno 15 – Por que ele tem mais elétrons?

(87) P – Por que ele tem mais elétrons do que prótons.

(88) P - Nos vimos também algumas características de cargas elétricas. Cargas elétricas de mesmo sinal quando a gente coloca junto o que que acontece?

(89) Sala – se repelem

(90) P – Cargas de sinais opostos o que acontece?

(91) Sala – Se atraem.

(92) P – Se atraem. Nós vimos também processos de eletrização. Vocês lembram dos processos de eletrização? O que são processos de eletrização? Pra que que eles servem?

(93) Aluno 16 – Pra deixar o átomo carregado positivamente

(94) P – Positivamente ou?

(95) Sala – Negativamente

(96) P – Então pra transformar uma coisa neutra em uma coisa carregada eu vou usar um dos três processos de eletrização e quais são eles?

(97) Aluno 15 – Atrito, indução

(98) Aluno 16 – Contato

(99) P – No Van de Graaff, que tipo de processo de eletrização é utilizado? Indução?

(100) Aluno 16- Não

(101) P – Contato?

(102) Aluno 17- Isso...

(103) P – Ou Atrito? Contato ou atrito? O que que acontecia com a correia e a roldana?

(104) Aluno 16 – Atritava

(105) P – Atrito, lembram? Então o que é o processo de eletrização por atrito? Você pega dois materiais diferentes, atrita um no outro e aí o que acontece com eles?

(106) Aluno 8 – Eles trocam elétrons

(107) P – Um perde e outro ganha elétrons, vamos ver a simulaçõzinha aqui...

(108) P - Agora quem é que vai ganhar e quem é que vai perder? Não sei se vocês se lembram mas o professor Marco Aurélio falou dessa tabela aqui

(109) Aluno 16 – Tabela triboelétrica

(110) P – Então o que que é a tabela triboelétrica? A tabela triboelétrica ela serve para ver que materiais tendem a perder elétrons e ficar positivos e os que tendem a ganhar e ficar negativos. Para dar certo então você precisa pegar um que tem a tendência de ganhar e um que tem a tendência de perder.

O professor fala dos processos de eletrização por contato e indução e encerra a aula dizendo que na próxima aula irão retomar o gerador de Van de Graaff.

Apêndice C – Transcrição das aulas do professor JM

Aula pré-visita

O professor explica que vai tratar sobre conceitos que já foram vistos e apresentará conceitos novos também. Avisa que a atividade nesta aula será feita em grupos e que eles deverão fazer registros e descrever as conclusões do grupo, porém não diz, neste momento da aula, qual será a atividade e da ênfase na importância da participação dos alunos.

Tem início a apresentação de slides. Na projeção há duas fotos de pessoas participando da demonstração da experiência do Gerador de Van de Graaff. Nas fotos estão duas meninas com as mãos na cúpula do gerador e com os cabelos arrepiados. O professor então pergunta:

(1) P – Olhando as duas imagens, provavelmente todo mundo já viu algo desse tipo, certo?

Alguns alunos respondem que sim. O professor então pergunta:

(2) P – O que está acontecendo ali?

(3) A1 – Ficou bonito.

(4) P – Por que que ficou bonito?

(5) A1 – Por que o cabelo cresceu.

(6) P – Pessoal o cabelo cresceu?

(7) Sala – Não.

(8) P – O que que aconteceu?

(9) A2 – Ele arrepiou.

(10) P – Por que que arrepiou?

(11) A2 – Por causa de uma carga que tá passando no negócio ali.

(12) P – O que que tá passando?

(13) A2 – Eletricidade.

(14) P – Eletricidade? ...

(15) A3 – Estática.

(16) P – Eletricidade estática, energia, o que mais? ... Pessoal, o que que provoca isso? Antes de falar o que está acontecendo, o que que provoca isso mesmo? Por que o cabelo arrepiou?

(Alguns alunos murmuram algumas respostas)

(17) A4 – Por causa das moléculas?

(18) P – O que as duas meninas fizeram para arrepiar o cabelo?

(19) A5 – Colocaram a mão no negócio.

(20) P – Isso, colocaram a mão na esfera, mas o que é essa esfera? Alguém sabe o nome disso? Será que isso acontece mesmo ou é algum truque?

(21) P – Isso acontece mesmo. E o motivo seria esse: eletricidade? Eletricidade estática? ...

Sem respostas dos alunos o professor prossegue:

(22) P – Pessoal onde vocês já viram uma situação como essa?

(23) A3 – Ano passado aqui na escola.

(24) P – Aqui na escola teve o show da Física aí vocês viram algo desse tipo?

(25) A3 – É, e lá na FEG também (...)

(26) P – Certo. Na televisão era assim também né? O aparelho, a esfera... pra poder provocar o arrepio do cabelo. Então, a nossa ideia é entender o funcionamento desse dispositivo, desse aparelho e tentar explicar o porquê que isso está acontecendo, porque quando a gente fala que é eletricidade, ou eletricidade estática, ou energia, a gente falou coisas muito vagas a respeito né? Como assim, de que maneira a eletricidade está influenciando ali pra isso acontecer, que forma de energia no caso a gente poderia pensar pra essa situação, ok? Então o nome, no caso, desse aparelho é o Gerador de Van de Graaff.

Após essa introdução ao Gerador de Van de Graaff o professor mostra um slide com a foto do inventor do experimento e faz um breve comentário sobre sua invenção, deixa claro que não fará um aprofundamento no conteúdo histórico naquele momento, mas que posteriormente voltará nesse tópico.

Na sequência o professor diz aos alunos que para que possam entender o experimento ele fará uma revisão de alguns conceitos e logo a inicia.

O professor começa a revisão pela representação de um átomo e falou sobre as partículas subatômicas, deixando claro que aqueles conceitos seriam importantes para o entendimento do gerador de Van de Graaff.

Ao falar das cargas elétricas o professor falou de maneira superficial sobre a lei de Coulomb, na sequência passou a falar sobre condutores elétricos focando a questão dos elétrons livres.

Em determinado momento o professor interrompe a apresentação dos conceitos para fazer uma recapitulação do que foi falado até o momento, mesmo ele fazendo a pergunta “O que nós vimos até agora mesmo?”, não retorno dos alunos e ele mesmo recapitula o que foi dito.

Feito isso o professor retorna ao conceito de atração e repulsão das cargas eletricamente carregadas, fala sobre campo elétrico gerado por essas cargas e, novamente, sobre a força de atração entre as cargas em um campo elétrico. Esse período de explicação teve aproximadamente 30 minutos.

Intervalo.

O professor retoma a aula após o intervalo prosseguindo no conceito de campo elétrico.

(27) P – Pessoal o que vocês entenderam sobre campo elétrico? Do que eu falei antes do intervalo o que ficou sobre campo elétrico?

(28) A4 – (A aluna faz uma pergunta que fica inaudível, mas se refere a relação entre a força elétrica, o campo elétrico e o espaço)

(29) P- Tem a ver com essa alteração da característica do espaço ali, então assim... Pessoal olha aqui, a ideia de campo elétrico é uma ideia muito abstrata mesmo, não

é algo material, então por ser abstrata a gente tem que pensar na ideia de modelo, aquilo que você tá usando pra entender a atuação daquela força ali, então olha só, de novo, a gente usa a ideia de campo pra tratar dessas forças que atuam à distância.

Durante a aula o professor faz muitas perguntas, mas na falta de resposta dos alunos ele mesmo responde e prossegue a aula.

Ao fim da explicação dos conceitos o professor anuncia que a turma iniciará a parte experimental da aula e os alunos se animam.

A sala é dividida em grupos e o professor distribui o material entre eles.

Durante a execução dos experimentos alguns alunos fizeram algumas perguntas sobre os fenômenos observados, mas o professor não se aprofundava nas explicações afirmando que não queria interferir no relatório que os alunos fariam sobre a experiência e orientou que fizessem a mesma pergunta na próxima aula.

(30) Aluno 4 – Professor porque que não deu certo com a peneira de metal?

(31) P – Será que o problema está na peneira?

(32) Aluno 4 – Eu acho que o problema é o material

(33) P – e se eu colocar os papéis em cima da peneira metálica será que dá certo?

(34) Aluno 4 – Mas porque que daquele jeito não dá certo? Você não vai me explicar?

(35) P – Isso nós vamos descobrir, eu não posso falar muito para não interferir no relatório de vocês

O professor pediu um relatório sobre a atividade contendo a descrição dos fenômenos observado e as hipóteses dos alunos para explica-los.

Aula pós-visita - Primeiro dia

Neste dia a sala estava muito cheia, pois poucos alunos faltaram, então o professor teve muita dificuldade em lidar com a indisciplina da turma. Ele, então, inicia a aula

pedindo para que cada grupo que realizou a experiência da aula passada escreva uma justificativa do que foi observado na atividade experimental, mesmo que os alunos já tenham escrito isso nos relatórios feitos em casa.

Sendo assim, foram pedidos dois trabalhos, um imediatamente depois da atividade experimental, contendo a descrição e as hipóteses sobre o que foi observado e, outro que foi pedido na aula pós-visita no qual o professor pediu para que os alunos justificassem ou explicassem os fenômenos observados. Creio que o objetivo dessa atividade tenha sido fazer com que os alunos justificassem o que observaram em sala de aula relacionando com o que foi observado na visita ao centro de ciências, já que o conteúdo da atividade foi revisto na visita.

O professor deu um tempo para que os alunos escrevessem e recolheu as folhas para dar continuidade a aula. Ele então retoma a aula lembrando a visita:

(36) P – Pessoal, o que que ficou daquela visita que a gente fez?

O professor então listou:

-Cabelo em pé

-Rodrigo prego e giro

-Gerador de Van de Graaff

-Garrafa de Leyden

-Sustentação (corpos)

-Ressonância (cano)

-Vácuo

-“Panela de pressão”

Em seguida o professor pergunta quais desses experimentos tem relação com o que está sendo visto em sala de aula, os alunos apontaram o gerador de Van de Graaff, “cabelo em pé” e a Garrafa de Leyden.

O professor explica que o objetivo da aula é entender o funcionamento do Gerador de Van de Graaff e que tudo que viram até agora está relacionado a isso inclusive a atividade experimental que eles realizaram. Ele então lança a pergunta:

(37) P- por que o canudinho atraiu o papel?

(38) Aluno5 – Por causa do atrito...

(39) P- Por causa do atrito que nós provocamos, mas por que esse atrito provocou o que a gente observou?

(40) Aluno6 – Transferência de energia...

(41) P – Será que é transferência de energia?

(42) Aluno7 – Perda de energia

(43) P - Será que é perda de energia? ... Pessoal, o que nós fizemos foi um processo de eletrização por atrito a gente já falou da eletrização aqui... O que que é eletrização? O que que é um processo de eletrização? Você tem a questão da troca de elétrons e aí eu tenho que lembrar que o elétron tem carga de que natureza?

Alguns alunos respondem positivo, outros, negativo e outros respondem que tem positivo e negativo.

(44) P – O elétron tem carga negativa e positiva?

(45) Sala- Não.

(46) P – Ele só é negativo, o elétron tem carga...?

(47) Sala – Negativo

(48) P – Certo. Pessoal aí na eletrização foi falado aqui que apenas os elétrons são transferidos entre os corpos, aí a gente tem a seguinte situação: aquele que ganhou elétrons ele vai?

(49) Aluno8- Ficar negativo?

(50) P – Ficar negativo. Ele vai adquirir carga negativa, não é isso? E quem perdeu elétrons?

(51) Aluno8 – Fica positivo

(52) P – Fica com carga positiva por que vai ficar com prótons a mais, certo? Pessoal então é isso que tá acontecendo quando a gente provoca o atrito do canudo com o papel, alguém ficou positivo e alguém ficou negativo.

(53) Aluno8- Ai depois (...) porque os opostos se atraem.

(54) P – Será?

(55) Aluno9- Professor o papel picado era negativo?

(56) P – Então, pessoal e o papel picado? Ele estava eletrizado?

(57) Sala – Não

(58) P – Não está eletrizado, ele está neutro. Então porque que ele foi atraído pelo canudo?

(59) P – É isso que a gente vai tentar entender agora. Certo?

(60) Sala – Certo.

(61) P – Pessoal, série triboelétrica, aquele dia o professor Marco falou sobre isso, vocês lembram? O que que é isso?

Nessa hora o professor mesmo explicou o que era a série triboelétrica e como se deve consultar a tabela usando o exemplo do atrito entre o papel e o canudo, explicou que nesse caso o canudo fica com carga negativa.

(62) Aluno8 – Mas os pedacinhos de papel em cima da mesa estavam...

(63) P – Neutros...

(64) Aluno8 – como que o canudo...

(65) P – Exatamente, como que o canudo que tinha carga negativa...

(66) Aluno8 – Ah, o canudo... ah não sei...

(67) P- Então, é isso que a gente vai entender aqui ó

O professor explica a questão da separação das cargas, retoma o conceito de materiais condutores, da formação das moléculas (polares e apolares) para explicar a distribuição das cargas nas moléculas, atração e repulsão de cargas, Força elétrica e força peso que atuam nos papéis picados.

Durante dezesseis minutos o professor fez uma explicação dos conceitos envolvidos na experiência do canudo com os papeis, logo em seguida pergunta:

(68) P – Entendido então pessoal, então porquê que o papel é atraído pelo canudo?

(69) Aluno9 – Porque a força peso... a força elétrica é maior que a força peso.

(70) P – Agora o que que aconteceu no papel pra que houvesse a atração?

(71) Aluno11 – Porque que o canudo gruda na parede, você já explicou isso?

(72) P – O canudo gruda na parede pelo mesmo motivo, quando eu aproximo o canudo da parede eu tenho essa questão da separação das cargas elétricas e da polarização também...

(73) Aluno12 – O canudo é um condutor...

(74) P – Não, o canudo é isolante...

(75) Aluno12 – Ele vira um condutor

(76) P – Ele não virou condutor, ele continua isolante, porém ele está eletrizado, tá? O fato dele ter carga elétrica não significa que ele se transformou num condutor, tá? Ele deixou de ser neutro, mas o canudo continuou isolante. Tem como um isolante virar condutor?

(77) Aluno13- Não...

(78) P – Tem. Mas não é o que aconteceu nesse caso, certo? A gente vai falar disso daqui a pouquinho.

(79) Aluno13 – Qual isolante que pode virar um condutor?

(80) P – O ar por exemplo. Quando você tem uma descarga atmosférica, um raio que cai, isso acontece quando eu tenho uma diferença de potencial muito alta entre a nuvem e o solo e aí, o ar que era isolante, naquele momento se torna condutor,

mas descarregou, volta a ser isolante. Lembram que o Marco falou na FEG? Nem todo condutor vai ser condutor pra sempre e nem todo isolante vai ser isolante pra sempre, depende das condições que você criou ali, tá? Bom pessoal e no caso da experiência com a peneira? O que aconteceu? A peneira de plástico alterou a atração dos papéis pelo canudinho?

(81) Sala – Não

(82) P – E a peneira metálica? Ela interferiu né? Porquê que o material condutor interfere e o isolante não?

(83) P – É o que a gente vai tentar entender agora... Lembram que quando eu coloquei os papezinhos em cima a atração aconteceu?

(84) Aluno8 – Porque ela não estava impedindo...

(85) P – Porque que não tem essa atração aqui? (Na parte de dentro da peneira metálica)

(86) Aluno8 – Por causa do metal. O metal faz tipo uma blindagem... embaixo não aconteceu nada nada, mas quando a gente virou e colocou em cima não tinha nada que impedisse aí a gente conseguiu atrair o papel.

(87) P – Exatamente. A gente tem aqui a questão da blindagem que é o que a gente vai discutir agora...

Professor faz uma explicação sobre a blindagem, campo elétrico, equilíbrio eletrostático. Após a explicação o professor fez uma demonstração da blindagem eletrostática com o celular envolvendo-o em papel alumínio. Ele então pediu para que um aluno ligasse em seu celular para que todos o vissem tocando, depois envolveu o celular em papel alumínio e pediu para que o mesmo aluno ligasse novamente, devido a blindagem do papel alumínio o celular não tocou.

(88) P – Pessoal o que aconteceu? ... Blindagem eletrostática também.

Alguns alunos demonstraram espanto e duvidaram do experimento.

(89) P – A comunicação via celular depende de que? De ondas eletromagnéticas né?

(90) Aluno14 – Professor antes de você enrolar estava tocando e agora não tá mais, porquê? Você colocou no silencioso né?

(91) P – Não, não coloquei no silencioso, olha tirei e não fiz nada, certo?

Depois de desenrolar o celular o mesmo aluno ligou novamente e o celular tocou.

(92) Aluno14 – Nossa que estranho...

(93) P – Depende de onda eletromagnética, se eu não tenho mais o efeito elétrico por conta dessa blindagem eletrostática não tem como fazer.

O professor retorna a aula agora falando da situação de um condutor eletrizado positivamente dentro de um condutor oco, fala sobre a rigidez dielétrica e o poder das pontas e, finalmente, chega ao gerador de Van de Graaff. Nesse momento da aula surgiram muitas dúvidas em relação aos experimentos vistos na visita.

(94) P – Natália (a aluna que participou da demonstração do gerador no show da física), fala pra gente o que você sentiu quando você tocou lá?

(95) Natália – Nada

(96) P – Não sentiu nada, mas o que que a gente observou?

(97) Sala- O cabelo arrepiou

(98) Aluno8 – Professor se ela estivesse com o pé no chão ele teria levado choque?

(99) P – Ela sentiria um leve choque, mas não um choque que...

(100) Aluno15 – Professor e se ela tivesse tirado a mão?

(101) P – Não teria problema, só que o cabelo iria voltar ao normal, o problema é que ela tinha que estar isolada do chão, por isso ela subiu no banquinho de plástico

(102) Aluno16 – Professor já aconteceu de alguém morrer?

(103) P – Não. Pessoal, isso daqui dá choque? Dá, mas aí a tensão elétrica criada é muito elevada, porém a corrente é muito baixa e o choque é sentido em função da intensidade da corrente elétrica, se é uma corrente elétrica baixa você tem aquela

sensação desagradável, mas aquilo não vai te fazer mal, o problema é quando a corrente é muito intensa.

(104) Aluno17 – então porque que todo mundo levou choque quando ela colocou a mão na garrafa?

(105) P – A garrafa de Leyden tinha cargas acumuladas do gerador, a carga que foi gerada aqui ela foi acumulada na garrafinha e aí é onde vocês sentiram a questão do choque.

Diante do alvoroço e das dúvidas o professor pediu atenção e voltou para a explicação das partes do gerador e assim foi até o fim da aula sem maiores dúvidas.

Aula pós-visita – Segundo dia

O professor inicia a aula explicando o funcionamento do gerador e explica que nessa aula eles farão um exercício sobre o que foi visto. A sala estava bem vazia, pois muitos alunos faltaram. O professor fez a explicação sem muitas interrupções.

(106) P – Pessoal, ao tocar no gerador o cabelo arrepiá, por que que o cabelo arrepiá?

(107) Aluno18 – Por é leve

(108) P – Ele é leve, tá certo, mas por que que ele arrepiou?

(109) Aluno18 – Por que é a parte mais leve

(110) P – Pessoal olha só, carga positiva aqui na cúpula vai passar para a pessoa, ela tem que estar isolada porque senão isso daqui vai se deslocar para o solo e a pessoa vai sentir o choque, certo? Então ela tem que estar isolada do solo, aí vem de novo a história do poder das pontas, se eu tenho carga acumulada em um corpo e eu tenho a questão de regiões pontiagudas ali o que que vai acontecer com essas cargas? Elas se deslocam para essa região pontiaguda que é o caso do cabelo, como o cabelo é leve eu vou conseguir observar esse efeito, mas por que que ele se arrepiá?

(111) Aluno19 – Porque cargas iguais se repelem.

(112) P – Exatamente.

Assim o professor encerra a discussão do gerador e parte para a atividade avaliativa. A atividade consistia em uma folha de questões sobre o gerador de Van de Graff, a folha era individual e os alunos podiam conversar entre si para discutirem as respostas.

O professor passou um vídeo para a turma no início da atividade, era sobre uma demonstração e a explicação do gerador.

Apêndice D – Avaliação do Software desenvolvido para os professores

A fim de aprimorar o software desenvolvido e corrigir possíveis falhas, pedimos aos professores que participaram das atividades de pré-visita, visita e pós-visita para responderem a um questionário de avaliação do mesmo, afinal eles representam uma amostra do público a que o material se destina.

Por não se tratarem de especialistas da área de softwares educacionais houve uma preocupação em fazer uma revisão bibliográfica para o desenvolvimento de questões mais específicas para que pudessem realizar uma avaliação mais concisa opinando em pontos específicos do material.

Como destacam Fiolhais e Trindade (2003), o uso do computador no processo de ensino e de aprendizagem só será de fato efetivo se houverem *softwares* de comprovada qualidade, com plena articulação entre eles e a prática educativa em sala de aula.

Bloom *et al* (1971), define avaliação como um sistema de controle de qualidade a partir do qual se pode caracterizar qualquer etapa do processo de ensino e de aprendizagem, estimando sua efetividade ou não.

Dessa forma, não basta que os *softwares* ou objetos educacionais apresentem, apenas, bons atributos gráficos, mas que também apresentem boas características técnicas e atendam às necessidades pedagógicas (VIEIRA, 1999).

Nesse sentido, a definição de instrumentos e critérios que permitam uma análise detalhada e precisa desses recursos é de fundamental importância.

Em busca de critérios para elaboração de categorias que nos permitissem produzir um questionário para entrevistar os professores em relação à qualidade do *software* desenvolvido, consultamos diferentes bibliografias que abordassem a avaliação de objetos educacionais.

Para Romero *et.al* (2009), são poucos os trabalhos que apresentam critérios bem estabelecidos para determinar precisamente a qualidade de objetos de aprendizagem, portanto, segundo eles, é fundamental a existência de um debate entre os pesquisadores da área para que se desenvolva instrumentos mais precisos para a avaliação de *softwares* educacionais.

Nessa mesma direção, Almeida, *et.al.* (2014), destacam que em recente mapeamento bibliográfico sobre avaliações de recursos computacionais desenvolvidos para o processo de ensino e aprendizagem, os critérios utilizados são diversificados, o que evidencia uma falta de consenso da área de pesquisa em ensino sobre a melhor maneira de se avaliar esse tipo de recurso.

As características essenciais de um objeto de aprendizagem identificadas a partir de um levantamento bibliográfico realizado por Romero *et. al* (2009) são os seguintes:

- Deve conter uma proposta pedagógica para o aluno e o professor.
- Promover a interação ativa do aprendiz com o conteúdo proposto no material.
- Incluir situações que a princípio são impossíveis de representar/desenvolver na prática.
- Apresentar elementos lúdicos apropriados.
- Explicitar seus objetivos, deixando claro ao aluno o que poderá aprender e quais são os pré-requisitos necessários para o desenvolvimento da atividade.
- Apresentar todo o material didático necessário para que no término o aluno possa atingir os objetivos citados no item anterior.
- Fornecer “feedback”.
- Promover conexões com o cotidiano.
- Seus elaboradores devem compreender a importância e o significado da criatividade.

Aristides *et.al* (2012), partindo do conceito de usabilidade, propõem a utilização de critérios de avaliação de *software* tendo em vista que os aspectos oferecidos no processo de interação homem-computador tornam o *software* proveitoso para os usuários. A partir dessa concepção eles pretendem oferecer aos desenvolvedores de *softwares* indicadores que sirvam para orientar possíveis correções a serem feitas no produto desenvolvido. Para tanto, indicam um processo de avaliação de usabilidade por *checklist*, baseado no conceito de listas de verificação por meio das quais é possível diagnosticar rapidamente problemas gerais e repetitivos da interface.

Para os autores a avaliação pelo *checklist* tem a grande vantagem de não exigir a participação de especialistas em interface humano-computador, pois a qualidade da avaliação não está relacionada ao número de avaliadores ou à experiência deles, mas na qualidade que o usuário experimenta no uso do software ao verificar ou não a existência de tópicos específicos listados no próprio instrumento de avaliação.

É indicado o instrumento de avaliação denominado *Ergolist* (<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/>) desenvolvido no Laboratório de utilizabilidade (LabiUtil) do Departamento de Informática e Estatística e do Departamento de Produção de Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina. Baseado na avaliação tipo *checklist*, o *Ergolist* é um *software* que apresenta os seguintes critérios ergonômicos:

- **Presteza:** Refere-se à qualidade do software em facilitar a navegação do usuário, de modo que ele possa saber como utilizar os comandos sem grande dificuldade ou necessidade de muita informação.
- **Agrupamento por localização:** Diz respeito à maneira como as informações disponíveis estão organizadas tornando a navegação do software mais fácil e agradável.
- **Agrupamento por formato:** Relaciona-se ao modo como os tópicos disponíveis no software se organizam, facilitando ou dificultando a associação de ideias por parte do usuário. Isso pode ser entendido como uma forma didática de disponibilizar a informação para usuário de modo que sua linha de raciocínio não sofra solução de continuidade.
- **Feedback:** A rapidez com que o sistema responde à solicitação do usuário é uma qualidade fundamental de um software. Nesse sentido, esse critério destaca a qualidade do software em ser capaz de apresentar o conteúdo solicitado pelo usuário em uma velocidade adequada.
- **Legibilidade:** Diz respeito à maneira como o software disponibiliza, de maneira compreensiva ou não, o conteúdo para o usuário. Nesse caso, o desenvolvedor do software deve levar em conta aspectos cognitivos e perceptivos do usuário. Ou seja, além de utilizar aspectos gráficos de boa qualidade (letras visíveis, cores adequadas, etc.) é preciso que as figuras, o texto, os gráficos, as

animações, as simulações, o som, enfim, todos os recursos disponíveis estejam adequados para facilitar a compreensão do usuário sobre as informações comunicadas.

- **Concisão:** Esse critério está relacionado com a objetividade das informações disponíveis no software. Ou seja, a existência de textos longos, prolixos, por vezes repetitivos ou mesmo contendo informações desnecessárias para os objetivos a que o software se presta torna a navegação cansativa e enfadonha.
- **Ações Mínimas:** Nesse tópico busca-se avaliar quantas ações são necessárias para se atingir o objetivo idealizado pelo software, ou seja, o número de ações que o usuário precisa realizar para que possa ser capaz de acessar e obter todo o conhecimento produzido pelo programador.
- **Densidade Informacional:** Esse tópico da avaliação diz respeito à quantidade de informação pré disponibilizado no software. Isto é diferente do tópico concisão. Enquanto a concisão diz respeito à objetividade utilizada no objeto de aprendizagem, a densidade informacional diz respeito à quantidade de informação propriamente dita por tópico acessado, ou seja, se existe um equilíbrio das informações disponibilizadas em cada tópico acessado.
- **Ações explícitas:** Nem sempre, quando o software é criado se leva em conta esse caráter bastante importante para tornar sua navegação ágil e objetiva. Nesse aspecto, os recursos disponíveis precisam permitir uma resposta explícita a cada ação do usuário. Ou seja, para cada ação do usuário é necessário que o software apresente uma resposta clara, que devolva aos usuários uma reação que lhe atenda plenamente as expectativas.
- **Controle do Usuário:** Esse critério corresponde à liberdade de ação oferecida ao usuário pelo software desenvolvido. Nesse aspecto, a intenção é a de que ele possa disponibilizar diferentes opções para que o usuário tenha pleno controle de suas ações para acessar as informações, bem como os recursos disponíveis.
- **Flexibilidade:** O software deve oferecer flexibilidade de acesso e navegação ao usuário. Essa qualidade torna o recurso mais fácil e eficiente de ser utilizado. Dessa forma, as ferramentas devem, preferencialmente, não se estruturar a partir de uma hierarquização absoluta para a compreensão total das informações nele contidas. Dessa forma, independentemente da ordem de

acesso dos recursos disponíveis, há possibilidades o usuário compreender perfeitamente os conteúdos expostos.

- **Experiência do Usuário:** Os desenvolvedores de softwares devem levar em conta as diferentes experiências dos usuários com relação ao uso de ferramentas digitais. Nesse caso, esse tópico da avaliação busca medir a qualidade do software desenvolvido no sentido de atender à diferentes níveis de usuários, sejam eles experientes ou novatos.
- **Proteção contra erros:** Se o software exigir o preenchimento de alguma informação por parte do usuário, é necessário que ele tenha mecanismos de detecção de erros e avise o usuário e o oriente na ação correta que deve ser realizada.
- **Mensagens de erro:** As mensagens de erros devem ser precisas, concisas e adequadas aos diferentes níveis de usuários.
- **Consistência:** Esse tópico avalia se o uso de símbolos relativos aos comandos e ações disponíveis no software possibilitam uma compreensão rápida por parte do usuário facilitando o acesso às informações e à navegação. Portanto, é necessário que o software apresente formatação padronizada, oferecendo homogeneidade ao recurso.
- **Significados:** Com relação à maneira com que o conteúdo é disponibilizado no sentido de facilitar a mediação de significados é importante para a eficiência do recurso digital. Por isso, deve-se estar atento se a utilização de títulos de tópicos, abordagens através de filmes, textos, simuladores e animações, etc. facilitam ou dificultam a compreensão e a mediação de significados entre o que se propôs com o recurso e o que o usuário compreende.
- **Compatibilidade:** Esse tópico da avaliação diz respeito a atenção que o desenvolvedor do software tem com os interesses do usuário. Ou seja, se os conteúdos disponíveis estão adequados aos desejos e as conveniências do usuário alvo.

Para Daniel e Mohan (2004), a avaliação dos objetos de aprendizagem deve ser realizada levando-se em conta aspectos relacionados ao *design* de conteúdo; ao gerenciamento de repositórios e distribuição (*back-end*); apresentação e usabilidade (*front-end*) e processo de aprendizagem.

O *software* desenvolvido tem por objetivo estabelecer um vínculo entre o professor e os museus e centros de ciências então nosso foco de avaliação está mais voltado para os aspectos referentes à apresentação e usabilidade, tendo em vista que nosso intuito principal não é ensinar ao professor o conteúdo abordado nas visitas, mas o de oferecer-lhe um apoio para que, se desejar, possa estabelecer uma parceria com os museus e centros de ciências de forma a explorar esses espaços no processo de ensino e de aprendizagem de ciências para seus alunos. Dessa forma, entendemos que o *software* precisa apresentar características de usabilidade para que o docente encontre no recurso os meios necessários para facilmente planejar suas ações pedagógicas.

Em nossa pesquisa bibliográfica em busca de critérios para avaliação de softwares voltados ao processo de ensino e de aprendizagem, encontramos o artigo de Nielsen (1993) no qual esse autor propõe uma heurística de avaliação de usabilidade de softwares educacionais. As Heurísticas de Nielsen baseiam-se nos seguintes critérios:

- Feedback: É preciso que o software informe ao usuário sobre sua ação, de forma que ele possa ter consciência das informações que estão e serão disponibilizadas.
- Falar a linguagem do usuário: É preciso que a terminologia utilizada no software para mediar as relações com usuário seja adequada a ele e a seus interesses.
- Saídas demarcadas: É fundamental que a navegação seja simples e fácil, dessa forma, o software deve indicar saídas bem demarcadas para que a cada ação do usuário este possa, se desejar, encontrar meios de cancelar uma tarefa para iniciar outra.
- Consistência: O software deve ser de fácil manuseio dessa forma deve apresentar operações coerentes para que ao realizar tarefas semelhantes o usuário não necessite utilizar operações diferentes. Isso facilita o reconhecimento do software facilitando sua navegação.
- Prevenir erros: O software deve estar programado para que o usuário não erre operações para realizar uma ação durante a navegação. Portanto, não

existindo mecanismos internos que impeça a ocorrência de erros, mensagens devem surgir no sentido de orientar a correta ação do usuário.

- Independência da memória do usuário: O software deve apresentar uma interface que guie o usuário em suas ações toda vez que seja necessário. É preciso que ele possa navegar pelos recursos disponibilizados sem, para isso, contar com sua memória para lembrar de comandos específicos.
- Atalhos: O fornecimento de atalhos favorece uma navegação mais ágil. Por isso, a existência de árvores de navegação com links que favoreçam uma maior agilidade na navegação é importante.
- Diálogos simples e naturais: É fundamental que a abordagem do conteúdo possa ser simples, direta, objetiva e concisa, utilizando-se de recursos que facilitem a compreensão das informações que comunica. Nesse sentido deve-se evitar excessos ou falta de informações ou mesmo informações descontextualizadas do interesse do usuário alvo.
- Boas mensagens de erros: Com destaque no aspecto consistência, caso o sistema não possua uma estrutura interna que impossibilite o erro de navegação do usuário, mensagens de erros claras, e objetivas e esclarecedoras devem ser disponibilizadas. Nesse caso, não basta informar que um erro foi cometido, é preciso apresentar uma orientação de como este erro pode ser superado.
- Ajuda e documentação: A boa navegabilidade pressupõe um sistema que seja intuitivo para todos os usuários, inclusive àqueles mais inexperientes. Contudo, para caso de dúvidas, o sistema deve apresentar um sistema de ajuda que oriente o usuário para o melhor uso do software.

Diante dessas indicações e baseados nos critérios apresentados na bibliografia consultada para a montagem de um questionário a ser aplicado aos professores sujeitos da pesquisa visando avaliar a qualidade do software que elaboramos para servir de interface entre o docente e os museus e centros de ciências. Dessa forma, evitando critérios repetidos entre um ou outro modelo de avaliação, decidimos adotar duas dimensões em nosso critério de avaliação: o primeiro refere-se ao caráter didático-pedagógico do *software* e o segundo em relação a sua usabilidade.

Como relação à dimensão didático-pedagógica, procuramos eleger critérios que nos indicassem quais contribuições o *software* poderia trazer para o professor no que se refere ao planejamento de atividades pré e pós-visita aos museus e centros de ciências. Para tanto elaboramos as seguintes questões:

01 – Com relação ao software disponibilizado você acha que ele apresenta uma proposta pedagógica clara? Justifique.

02 – O software elaborado promove a interação ativa entre o usuário (professores de Física) e o conteúdo proposto? Justifique.

03 – Durante a exploração do software esteve claro para você os objetivos que se quer atingir e os pré-requisitos necessários para a compreensão do conteúdo? Justifique.

04 – A proposta do software apresenta conexões entre a teoria e a realidade cotidiana que te permite fazer links importantes entre a visita e o trabalho em sala de aula? Justifique.

05 – Os recursos disponibilizados trazem contribuição para seu trabalho em sala de aula e facilita o planejamento de ações relativas à visita dos alunos em museus e centros de ciências? Justifique.

Quanto à Dimensão de usabilidade, buscou-se a eleição de critérios que indicassem a qualidade do software com relação à sua navegabilidade. Para tanto elaboramos as seguintes questões:

06 – A navegabilidade no software é ágil? Apresenta atalhos que facilitam os acessos? Ou seja, sua utilização é intuitiva mesmo para usuários inexperientes e apresenta comandos de atalhos que tornam a navegação rápida? Justifique

07 – As informações apresentadas estão agrupadas de maneira coerente de forma a facilitar a conexão de ideias? Justifique.

08 – O software disponibilizado se utiliza de palavras e símbolos adequados à compreensão de um professor de Física, facilitando o planejamento de visitas a museus e centros de ciências? Justifique.

09 – As informações disponibilizadas são objetivas e concisas ou prolixas demais? As informações disponibilizadas são adequadas em quantidade ou falta conteúdo para sua compreensão? Justifique.

10 – O software oferece uma estrutura que evita erros de navegação por parte do usuário? Justifique.

Respostas dos professores participantes ao questionário de avaliação do software

Professor JM

01 – Com relação ao software disponibilizado você acha que ele apresenta uma proposta pedagógica clara? Justifique.

Sim, eu considero que o software contém uma proposta pedagógica bem clara. As orientações disponibilizadas quanto à visita ao Museu de Ciência bem como os conceitos ali apresentados são de fácil entendimento e permitem que o professor perceba as potencialidades das atividades associadas à visita a um Museu de Ciências para a aprendizagem de conceitos de Física.

02 – O software elaborado promove a interação ativa entre o usuário (professores de Física) e o conteúdo proposto? Justifique.

Sim, a interatividade entre o usuário e o conteúdo é contemplada pelo software. O fato de o software permitir ao professor uma navegação a partir de uma sequência não linear, embora isso também possa acontecer, é bastante interessante, pois garante a autonomia do usuário ao utilizar os recursos ali disponíveis. Isso torna o uso do software mais dinâmico, além de evitar que a utilização possa se constituir algo cansativo.

03 – Durante a exploração do software esteve claro para você os objetivos que se quer atingir e os pré-requisitos necessários para a compreensão do conteúdo? Justifique.

A clareza quanto aos objetivos a se atingir e quanto aos pré-requisitos necessários também está presente na exploração do software. A linguagem fácil e objetiva ali utilizada, na minha opinião, contribui para isso.

04 – A proposta do software apresenta conexões entre a teoria e a realidade cotidiana que te permite fazer links importantes entre a visita e o trabalho em sala de aula? Justifique.

A proposta do software contribui para que a contextualização seja realizada. A possibilidade de uma reflexão a respeito do impacto da eletricidade na sociedade, a partir do estudo do Gerador de Van de Graaff, é bastante significativa. As informações e orientações ali contidas permite ao professor desenvolver sua aula utilizando a visita ao museu como parte da mesma, auxiliando no desenvolvimento das discussões a partir das relações que o

professor e os alunos poderão fazer entre os conceitos estudados e aquilo que foi observado ao longo da visita.

05 – Os recursos disponibilizados trazem contribuição para seu trabalho em sala de aula e facilita o planejamento de ações relativas à visita dos alunos em museus e centros de ciências? Justifique.

O software auxilia o trabalho do professor em sala de aula, pois orienta e mostra caminhos, a partir das sugestões ali fornecidas, para que o professor aproveite de fato a visita ao museu como um recurso efetivo às aulas de Física. Muitas vezes, o professor tem dificuldade de fazer isso e a visita ao museu acaba se constituindo uma atividade complementar às aulas. Ainda que se perceba a relação entre as demonstrações e experimentos do museu e aquilo que foi discutido em sala de aula, os links entre a visita e as discussões em sala acabam não sendo feitos pelo professor após a visita. Assim, as potencialidades da visita ao Museu de Ciência para a aprendizagem do aluno não são aproveitadas de forma efetiva. Já o modo como o software orienta e traz sugestões sobre o que pode ser realizado antes, durante e após a visita, constitui um importante recurso para o planejamento do professor ao decidir fazer uma visita a museus ou centros de ciências junto com seus alunos.

Com relação à Dimensão de usabilidade

06 – A navegabilidade no software é ágil? Apresenta atalhos que facilitam os acessos? Ou seja, sua utilização é intuitiva mesmo para usuários inexperientes e apresenta comandos de atalhos que tornam a navegação rápida? Justifique.

A navegação é bastante simples e intuitiva. Eu acredito que mesmo aqueles usuários que não são muito familiarizados com o uso de softwares dificilmente terão dificuldades ou se sentirão desconfortáveis em fazer tal utilização. Não percebi nenhuma dificuldade ao carregar as páginas, as quais foram acessadas de forma ágil. As simulações ali apresentadas funcionaram perfeitamente e são simples de se utilizar.

07 – As informações apresentadas estão agrupadas de maneira coerente de forma a facilitar a conexão de ideias? Justifique.

A conexão de ideias é favorecida pela forma como as informações estão agrupadas. A possibilidade de poder retornar ou acessar qualquer informação a qualquer momento, sem ter que passar por uma sequência de acessos, torna a navegabilidade mais dinâmica e mais interessante ao professor.

08 – O software disponibilizado se utiliza de palavras e símbolos adequados à compreensão de um professor de Física, facilitando o planejamento de visitas a museus e centros de ciências? Justifique.

Os termos e símbolos utilizados são adequados ao entendimento de um professor de Física ou de Ciências. A forma como as informações são disponibilizadas auxiliam o planejamento das visitas e, mais do que nortear o trabalho que professor poderá desenvolver, permite que ele visualize as potencialidades de uma visita como recurso à aprendizagem da Física.

09 – As informações disponibilizadas são objetivas e concisas ou prolixas demais? As informações disponibilizadas são adequadas em quantidade ou falta conteúdo para sua compreensão? Justifique.

As informações disponibilizadas são bem objetivas e concisas, mas em quantidade suficiente para a compreensão do conteúdo. Uma quantidade maior poderia tornar a navegabilidade mais cansativa. Por outro lado, pouca informação também dificultaria o trabalho do professor que teria que buscar outros caminhos para completar aquilo que o software deixaria de contemplar. Na minha opinião, nem uma coisa nem outra aconteceu.

10 – O software oferece uma estrutura que evita erros de navegação por parte do usuário? Justifique.

Sim, a estrutura do software evita erros de navegação. O fato de ser simples, conforme já mencionado, evita que o usuário fique confuso durante a navegação. O acesso às informações ocorre de maneira rápida, sem qualquer complicação e a possibilidade de retornar ao “menu” em qualquer instante contribui para a praticidade no uso do software.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES:

Considero ser válido ressaltar que, na experiência que pude vivenciar com a visita dos alunos ao centro de Ciências e a preparação das aulas anteriores e posteriores à visita, é provável que alguns aspectos teriam sido diferentes, caso eu houvesse feito uso do software. Embora eu tenha tido a preocupação de orientar os alunos quanto às observações e ao que deveriam estar atentos durante a visita, e, apesar de ter desenvolvido também atividades que buscaram resgatar as lembranças dos alunos quanto à visita, as orientações do software são mais completas e traz sugestões mais interessantes do que aquilo que desenvolvi. Certamente, o aproveitamento teria sido maior. Além disso, a preparação para o desenvolvimento das aulas envolveu um certo tempo com pesquisas e reflexões tanto sobre os conceitos importantes para o estudo que se pretendia realizar assim como sobre a forma como eles poderiam ser trabalhados junto aos alunos. Deste modo, acredito que o software desenvolvido traz contribuições significativas ao trabalho do professor, principalmente em dois pontos bastante delicados: o tempo do professor e as dificuldades que por ventura ele possa ter para desenvolver as atividades que irá realizar durante as aulas. É fato que os professores da Educação Básica, em sua maioria, possuem uma carga horária exaustiva, o que constitui um obstáculo para que possa desenvolver diferentes atividades durante as situações de ensino e aprendizagem, uma vez que o tempo disponível para isso é bastante escasso. Além disso, muitas vezes o professor também se esbarra no obstáculo de não conseguir desenvolver atividades potencialmente significativas para a aprendizagem do aluno, seja por problemas relacionados à sua formação ou mesmo pela falta de afinidade com determinado tema. O software constitui, assim, um recurso que poderá facilitar o trabalho do professor quanto a isso. Afinal, além de trazer os principais conceitos que devem ser desenvolvidos para que o aluno compreenda o tema proposto, também oferece orientações e sugestões de como isso pode ser feito e de como tornar uma visita ao museu ou centro de ciências uma estratégia mais eficaz para a aprendizagem do aluno.

Professor Al

01 – Com relação ao software disponibilizado você acha que ele apresenta uma proposta pedagógica clara? Justifique.

Sim, porque além do software permitir que façamos simulações de experimentos e explicar o funcionamento do gerador de Van de Graaff com informações históricas, existe um link de sugestões e orientações de como discutir o conteúdo relativo ao experimento com os alunos e exemplos de questões que devem ser levantadas e discutidas com eles depois que a visita ao museu foi feita.

02 – O software elaborado promove a interação ativa entre o usuário (professores de Física) e o conteúdo proposto? Justifique.

Sim. As simulações tanto da eletrostática como dos experimentos com o gerador de Van de Graaff são claras e simples. Facilitam muito na demonstração de conceitos como atração e repulsão de cargas elétricas, processos de eletrização e na explicação dos fenômenos observados pelos alunos no museu de ciências. É uma ferramenta importante no ensino desse conteúdo.

03 – Durante a exploração do software esteve claro para você os objetivos que se quer atingir e os pré-requisitos necessários para a compreensão do conteúdo? Justifique.

Creio que os objetivos são claros para qualquer professor de física que queira ensinar eletrostática. Como as informações apresentadas são sucintas, o software pode ser usado para se fazer uma rápida revisão de boa parte desse conteúdo, pelo menos dos aspectos qualitativos, antes ou depois de uma visita a um museu de ciências.

04 – A proposta do software apresenta conexões entre a teoria e a realidade cotidiana que te permite fazer links importantes entre a visita e o trabalho em sala de aula? Justifique.

Sim. Um exemplo é a explicação para o fenômeno de levantar os cabelos com o gerador de Van de Graaff. Pode-se relacionar esse fenômeno visto na prática pelos alunos com a teoria da repulsão das cargas elétricas e até o poder das pontas. Existe uma simulação muito boa no software que nos ajuda a explicar de maneira clara como ocorre o fenômeno. Também usando o software podemos discutir de maneira mais clara o processo de eletrização do gerador de Van de Graaff.

05 – Os recursos disponibilizados trazem contribuição para seu trabalho em sala de aula e facilita o planejamento de ações relativas à visita dos alunos em museus e centros de ciências? Justifique.

Facilita muito. Creio ser muito importante orientar o aluno sobre o que ele deve prestar atenção nos diversos equipamentos que ele vai observar em um museu de ciências. O software ajuda o professor nesse sentido adiantando os experimentos que poderão ser feitos como o gerador de Van de Graaff assim como a explicação da física para cada fenômeno observado. Dessa maneira o professor, a partir daquilo que já discutiu em suas aulas, pode direcionar o olhar do aluno durante as demonstrações experimentais feitas no museu.

06 – A navegabilidade no software é ágil? Apresenta atalhos que facilitam os acessos? Ou seja, sua utilização é intuitiva mesmo para usuários inexperientes e apresenta comandos de atalhos que tornam a navegação rápida? Justifique.

O software é muito simples. Creio que seja impossível se enrolar com seus comandos. Os links são grandes, legíveis e, além disso, são poucos. O único pré-requisito necessário para se operar esse software é saber ler.

07 – As informações apresentadas estão agrupadas de maneira coerente de forma a facilitar a conexão de ideias? Justifique

Sim. As informações históricas básicas estão presentes assim como o conteúdo necessário para a compreensão do funcionamento do gerador de Van de Graaff. Cada informação teórica apresentada é seguida de uma simulação computacional simples e clara do modelo científico aceito atualmente, o que facilita muito sua compreensão.

08 – O software disponibilizado se utiliza de palavras e símbolos adequados à compreensão de um professor de Física, facilitando o planejamento de visitas a museus e centros de ciências? Justifique.

Sim. Particularmente não tive nenhum problema em identificar os símbolos ou entender as palavras utilizadas nesse software.

09 – As informações disponibilizadas são objetivas e concisas ou prolixas demais? As informações disponibilizadas são adequadas em quantidade ou falta conteúdo para sua compreensão? Justifique.

Acredito que as informações disponibilizadas pelo software são suficientes, até porque um professor de física deve possuir um certo conhecimento a respeito do conteúdo proposto. Mas para usar em sala de aula os textos são muito longos. Poderia ser criado um link com os tópicos, fotografias e simulações em PowerPoint para o professor usar em sua aula. Os textos poderiam servir de apoio para o professor que não conhece muito bem o experimento ou poderiam se disponibilizados posteriormente para os alunos.

10 – O software oferece uma estrutura que evita erros de navegação por parte do usuário? Justifique.

A estrutura do software é simples e clara. Não há como se enganar em sua navegação.

Análise das respostas

A fim de aprimorar o software desenvolvido para este trabalho elaboramos um questionário para que os professores participantes desta pesquisa pudessem fazer uma avaliação do mesmo. Analisamos as avaliações feitas pelos professores a partir dos objetivos que, inicialmente, nos propúnhamos com o software. As respostas obtidas bem com o questionário aplicado se encontram no apêndice D ao final deste trabalho.

A ideia central para o desenvolvimento desse material de apoio era fornecer ao professor uma base teórica que o auxiliasse no planejamento didático de uma atividade que envolvesse a escola e as ações educativas propostas por museus de ciências, levando em conta as possíveis limitações de recursos e de tempo disponíveis, considerando a carga-horária de trabalho, o cronograma de atividades escolares, aspectos próprios das burocracias das instituições de educação formal.

Para que o material virtual desenvolvido se constitua em uma ferramenta útil ao professor é preciso que ele atenda determinados critérios de qualidade que buscamos atender a partir de indicações de trabalhos de pesquisas que apontam parâmetros a serem considerados por desenvolvedores de softwares. Foi com base nesses mesmos critérios que buscamos montar um questionário para fazer um levantamento sobre os pontos de vistas dos professores acerca do produto que desenvolvemos.

Neste questionário duas dimensões avaliativas inspiraram a estruturação das dez questões propostas aos professores:

- a dimensão didático-pedagógica do recurso;
- dimensão de usabilidade do software.

Dessa forma, para não exigir dos docentes respostas à questionários muito extensos, elaboramos cinco questões para cada dimensão dos critérios de avaliação.

Quanto às questões relativas à dimensão didático-pedagógica, a primeira pergunta do questionário aplicado aos professores referiu-se à clareza do software sobre a proposta pedagógica apresentada no produto desenvolvido.

Nesse aspecto, ambos os professores concordam que o material apresenta uma proposta pedagógica clara. Destacam ainda que as orientações presentes no software permitem a elaboração de uma atividade envolvendo a visita ao museu de ciências e o trabalho em sala de aula. Segue a resposta dos professores:

“Sim, eu considero que o software contém uma proposta pedagógica bem clara. As orientações disponibilizadas quanto à visita ao Museu de Ciência bem como os conceitos ali apresentados são de fácil entendimento e permitem que o professor perceba as potencialidades das atividades associadas à visita a um Museu de Ciências para a aprendizagem de conceitos de Física.” (Prof. JM)

“Sim, porque além do software permitir que façamos simulações de experimentos e explicar o funcionamento do gerador de Van de Graaff com informações históricas, existe um link de sugestões e orientações de como discutir o conteúdo relativo ao experimento com os alunos e exemplos de questões que devem ser levantadas e discutidas com eles depois que a visita ao museu foi feita. .” (Prof. AI)

Como nossa intenção não foi a de impor uma metodologia pronta ao professor, desconsiderando sua autonomia profissional, acreditamos que as respostas dadas pelos professores JM e AI indicam que nosso objetivo, neste aspecto, foi alcançado, pois os recursos disponibilizados foram encarados pelos docentes como orientações, sugestões e não como uma receita com passos bem definidos para serem rigidamente seguidos. É importante destacar que o professor chama a atenção para o fato de o software potencializar as atividades realizadas em sala de aula com as visitas aos museus de ciências.

Na segunda pergunta do questionário nos referimos a interação entre o usuário e programa. Esse questionamento foi importante para que pudéssemos detectar aspectos relacionados aos critérios propostos pela avaliação do tipo *Ergolist*, tais como presteza, agrupamento por formato, agrupamento por localização, flexibilidade e consistência.

Os dois professores responderam afirmativamente a segunda questão concordando que o software apresenta interação ativa entre o usuário e o conteúdo preservando a autonomia de quem o utiliza. O professor JM, chama a atenção para a interatividade propiciada, tendo em vista o fato de a interface propiciar uma interface que não impõe, necessariamente, um acesso linear as recursos:

“Sim, a interatividade entre o usuário e o conteúdo é contemplada pelo software. O fato de o software permitir ao professor uma navegação a partir de uma sequência não linear, embora isso também possa acontecer, é bastante interessante, pois garante a autonomia do usuário ao utilizar os recursos ali disponíveis. Isso torna o uso do software mais dinâmico, além de evitar que a utilização possa se constituir algo cansativo.” (Prof. JM)

O professor AI, mais interessado nas contribuições conceituais que o recurso oferece, destaca o papel das animações e simulações disponíveis:

Sim. As simulações tanto da eletrostática como dos experimentos com o gerador de Van de Graaff são claras e simples. Facilitam muito na demonstração de conceitos como atração e repulsão de cargas elétricas, processos de eletrização e na explicação dos fenômenos observados pelos alunos no museu de ciências. É uma ferramenta importante no ensino desse conteúdo. (Prof. AI)

A terceira questão foi relativa ao objetivo do software desenvolvido. Esse aspecto é de suma importância para que possamos aperfeiçoar nosso material, afinal se o objetivo não for claro a utilização por parte dos professores pode ser inadequada.

Ambos os professores avaliaram positivamente esse aspecto. No entanto na resposta do professor JM entendemos que não houve, pelo menos na resposta a essa questão, uma justificativa clara que nos oferece qualquer indicação sobre que objetivos eram entendidos por ele em relação ao uso do software em sala de aula

A clareza quanto aos objetivos a se atingir e quanto aos pré-requisitos necessários também está presente na exploração do software. A linguagem fácil e objetiva ali utilizada, na minha opinião, contribui para isso. (Prof. JM)

Contudo, é importante destacar que, em resposta a outra questão, esses objetivos se mostraram mais evidentes, caracterizando a intenção do professor não limitada a somente aspectos conceituais, mas também em relação às possíveis abordagens sobre o impacto do uso da eletricidade na e pela sociedade:

“A proposta do software contribui para que a contextualização seja realizada. A possibilidade de uma reflexão a respeito do impacto da eletricidade na sociedade, a partir do estudo do Gerador de Van de Graaff, é bastante significativa”. (Prof. JM)

Porém, o professor AI ressalta que o software apresenta-se como uma boa ferramenta para o trabalho pré ou pós-visita ao museu de ciências.

“Creio que os objetivos são claros para qualquer professor de física que queira ensinar eletrostática. Como as informações apresentadas são sucintas, o software pode ser usado para se fazer uma rápida revisão de boa parte desse conteúdo, pelo menos dos aspectos qualitativos, antes ou depois de uma visita a um museu de ciências.”
(Prof. AI)

A quarta pergunta foi referente aos conceitos científicos presente no software. Perguntamos se, na opinião dos professores, há conexão entre a teoria e a realidade cotidiana que permitem realizar conexões entre a visita ao museu de ciências e o trabalho de sala de aula.

Os dois professores responderam afirmativamente a essa questão, no entanto em suas justificativas, o professor AI limitou-se aos aspectos conceituais de Física, enquanto o professor JM, respondendo de forma mais abrangente, além do aspecto conceitual deu destaque também aos recursos que permite uma maior discussão sobre e relação eletricidade e sociedade:

“Sim. Um exemplo é a explicação para o fenômeno de levantar os cabelos com o gerador de Van de Graaff. Pode-se relacionar esse fenômeno visto na prática pelos alunos com a teoria da repulsão das cargas elétricas e até o poder das pontas. Existe uma simulação muito boa no software que nos ajuda a explicar de maneira clara como ocorre o fenômeno. Também usando o software podemos discutir de maneira mais clara o processo de eletrização do gerador de Van de Graaff.” (Prof. AI)

“A proposta do software contribui para que a contextualização seja realizada. A possibilidade de uma reflexão a respeito do impacto da eletricidade na sociedade, a partir do estudo do Gerador de Van de Graaff, é bastante significativa. As informações e orientações ali contidas permite ao professor desenvolver sua aula utilizando a visita ao museu como parte da mesma, auxiliando no desenvolvimento das discussões a partir das relações que o professor e os alunos poderão fazer entre os conceitos estudados e aquilo que foi observado ao longo da visita.” (Prof. JM)

Essa diferença de abordagem tem relação direta com a identidade docente construída pelos professores ao longo de suas carreiras. Suas intenções, objetivos e entendimentos sobre o papel do ensino de Física na formação dos estudantes dependem, necessariamente, da história profissional bem como das experiências que cada professor vivenciou ao longo do tempo. É claro que esses aspectos interferem, decisivamente, na maneira de explorar e analisar os discursos disponíveis no software desenvolvido.

Formulamos a quinta pergunta com a finalidade de avaliar se o software atendia ao seu propósito principal que era auxiliar o professor facilitando seu trabalho de planejamento de uma atividade envolvendo museus de ciências.

Os dois professores concordam que o software traz contribuições para o trabalho em sala de aula e facilita no planejamento de ações relativas às visitas aos museus de ciências.

Novamente o professor AI destaca a importância de se chamar a atenção dos alunos para tópicos específicos e conceituais do assunto que podem ser retomados em sala de aula. Já o professor JM ressalta que o software ajuda o professor no sentido de realizar conexões do que é visto no museu com os conteúdos de sala de aula facilitando a contextualização.

“Facilita muito. Creio ser muito importante orientar o aluno sobre o que ele deve prestar atenção nos diversos equipamentos que ele vai observar em um museu de ciências. O software ajuda o professor nesse sentido adiantando os experimentos que poderão ser feitos como o gerador de Van de Graaff assim como a explicação da física para cada fenômeno observado. Dessa maneira o professor, a partir daquilo que já discutiu em suas aulas, pode direcionar o olhar do aluno durante as demonstrações experimentais feitas no museu.”
(Prof. AI)

“O software auxilia o trabalho do professor em sala de aula, pois orienta e mostra caminhos, a partir das sugestões ali fornecidas, para que o professor aproveite de fato a visita ao museu como um recurso efetivo às aulas de Física. Muitas vezes, o professor tem dificuldade de fazer isso e a visita ao museu acaba se constituindo uma atividade complementar às aulas. Ainda que se perceba a relação entre as demonstrações e experimentos do museu e aquilo que foi discutido em sala de aula, os links entre a visita e as discussões em sala acabam não sendo feitos pelo professor após a visita. Assim, as potencialidades da visita ao Museu de Ciência para a aprendizagem do aluno não são aproveitadas de forma efetiva. Já o modo como o software orienta e traz sugestões sobre o que pode ser realizado antes, durante e após a visita, constitui um importante recurso para o planejamento do professor ao decidir fazer uma visita a museus ou centros de ciências junto com seus alunos.” (Prof JM)

Nos preocupamos em avaliar também os aspectos de usabilidade e *design* do nosso produto. Uma avaliação nesse sentido é importante para que se possa corrigir

possíveis falhas que dificultem a utilização do programa por parte de usuários mais inexperientes.

Perguntamos aos professores se o software apresentava uma navegabilidade ágil e se tinha uma interface com caráter intuitivo de utilização.

Ambos afirmaram que o software oferece muita facilidade de acesso e utilização, ressaltaram que não tiveram nenhuma dificuldade com a estrutura do software e acreditam que outros professores também não terão dificuldades.

“A navegação é bastante simples e intuitiva. Eu acredito que mesmo aqueles usuários que não são muito familiarizados com o uso de softwares dificilmente terão dificuldades ou se sentirão desconfortáveis em fazer tal utilização. Não percebi nenhuma dificuldade ao carregar as páginas, as quais foram acessadas de forma ágil. As simulações ali apresentadas funcionaram perfeitamente e são simples de se utilizar.” (Prof. JM)

“O software é muito simples. Creio que seja impossível se enrolar com seus comandos. Os links são grandes, legíveis e, além disso, são poucos. O único pré-requisito necessário para se operar esse software é saber ler”. (Prof. AI)

Questionamos também sobre o agrupamento das informações presentes no software.

Os dois professores se mostraram satisfeitos quanto esse aspecto, no entanto cada um destacou uma característica diferente. O professor AI chamou a atenção para a presença das simulações que vem na sequência de informações teóricas, já o professor JM destacou que os conteúdos do software são separados por tópicos facilitando a navegação por parte do usuário.

“A conexão de ideias é favorecida pela forma como as informações estão agrupadas. A possibilidade de poder retornar ou acessar qualquer informação a qualquer momento, sem ter que passar por uma sequência de acessos, torna a navegabilidade mais dinâmica e mais interessante ao professor.” (Prof. JM)

“Sim. As informações históricas básicas estão presentes assim como o conteúdo necessário para a compreensão do funcionamento do

gerador de Van de Graaff. Cada informação teórica apresentada é seguida de uma simulação computacional simples e clara do modelo científico aceito atualmente, o que facilita muito sua compreensão”.
(Prof. AI)

Quanto ao conteúdo específico, perguntamos aos professores se o software apresentava palavra e símbolos adequados a compreensão dos professores de física.

Ambos responderam de forma afirmativa, porém não apresentaram muitas justificativas.

“Os termos e símbolos utilizados são adequados ao entendimento de um professor de Física ou de Ciências. A forma como as informações são disponibilizadas auxiliam o planejamento das visitas e, mais do que nortear o trabalho que professor poderá desenvolver, permite que ele visualize as potencialidades de uma visita como recurso à aprendizagem da Física”. (Prof. JM)

Sim. Particularmente não tive nenhum problema em identificar os símbolos ou entender as palavras utilizadas nesse software. (Prof. AI)

Ainda em relação ao conteúdo específico, perguntamos se as informações contidas no programa eram concisas ou muito prolixas. Nossa intenção era verificar se as informações eram suficientes para o trabalho do professor, sem tornar sua exploração cansativa e, portanto, desagradável.

Os dois professores concordaram que o programa apresenta informações em quantidade suficiente e de maneira bem objetiva para o entendimento por parte do usuário.

“As informações disponibilizadas são bem objetivas e concisas, mas em quantidade suficiente para a compreensão do conteúdo. Uma quantidade maior poderia tornar a navegabilidade mais cansativa. Por outro lado, pouca informação também dificultaria o trabalho do professor que teria que buscar outros caminhos para completar aquilo que o software deixaria de contemplar. Na minha opinião, nem uma coisa nem outra aconteceu.” (Prof. JM)

Ressaltamos a resposta do professor AI que aponta o fato de que as informações são suficientes para o entendimento de um professor de Física, no entanto ele acredita que para ser utilizado em sala de aula, os textos são demasiadamente longos.

“Acredito que as informações disponibilizadas pelo software são suficientes, até porque um professor de física deve possuir um certo conhecimento a respeito do conteúdo proposto. Mas para usar em sala de aula os textos são muito longos. Poderia ser criado um link com os tópicos, fotografias e simulações em PowerPoint para o professor usar em sua aula. Os textos poderiam servir de apoio para o professor que não conhece muito bem o experimento ou poderiam ser disponibilizados posteriormente para os alunos.” (Prof. AI)

De fato, concordamos com o professor AI, porém o programa tem como objetivo principal auxiliar o professor no planejamento das atividades, é claro que nada o impede de utilizar em sala de aula, mas é preciso deixar claro que não é essa a finalidade do produto.

Por fim, a última questão está altamente relacionada com as questões seis e sete do questionário, ela se refere também a navegabilidade. Perguntamos aos professores se a formato em que está estruturado evita possíveis erros de navegação.

Os dois professores concordam que o formato do software é simples, de fácil manuseio e que dificilmente o usuário poderá se confundir durante a navegação.

“A estrutura do software é simples e clara. Não há como se enganar em sua navegação.” (Prof. AI)

“Sim, a estrutura do software evita erros de navegação. O fato de ser simples, conforme já mencionado, evita que o usuário fique confuso durante a navegação. O acesso às informações ocorre de maneira rápida, sem qualquer complicação e a possibilidade de retornar ao “menu” em qualquer instante contribui para a praticidade no uso do software.” (Prof. JM)

O objetivo deste questionário era o aprimoramento do software de acordo com os apontamentos dos professores que participaram das atividades deste trabalho. Através das respostas obtidas concluímos que o programa apresenta um *design* apropriado e a dinâmica de utilização simples e acessível, com conteúdo específico apresentado de maneira objetiva, sendo assim, acreditamos que o software desenvolvido para fins deste trabalho pode ser muito útil para outros professores.

Para finalizar essa análise apresentamos algumas considerações do professor JM em relação ao software, lembrando que este professor não teve acesso ao programa antes do planejamento de sua atividade. Assim, o contato que esse docente teve com o software, que se estabeleceu somente depois de finalizadas as aulas pré e pós-visita, apresentou objetivos meramente avaliativos.

“Considero ser válido ressaltar que, na experiência que pude vivenciar com a visita dos alunos ao centro de Ciências e a preparação das aulas anteriores e posteriores à visita, é provável que alguns aspectos teriam sido diferentes, caso eu houvesse feito uso do software. Embora eu tenha tido a preocupação de orientar os alunos quanto às observações e ao que deveriam estar atentos durante a visita, e, apesar de ter desenvolvido também atividades que buscaram resgatar as lembranças dos alunos quanto à visita, as orientações do software são mais completas e traz sugestões mais interessantes do que aquilo que desenvolvi. Certamente, o aproveitamento teria sido maior. Além disso, a preparação para o desenvolvimento das aulas envolveu um certo tempo com pesquisas e reflexões tanto sobre os conceitos importantes para o estudo que se pretendia realizar assim como sobre a forma como eles poderiam ser trabalhados junto aos alunos. Deste modo, acredito que o software desenvolvido traz contribuições significativas ao trabalho do professor, principalmente em dois pontos bastante delicados: o tempo do professor e as dificuldades que por ventura ele possa ter para desenvolver as atividades que irá realizar durante as aulas. É fato que os professores da Educação Básica, em sua maioria, possuem uma carga horária exaustiva, o que constitui um obstáculo para que possa desenvolver diferentes atividades durante as situações de ensino e aprendizagem, uma vez que o tempo disponível para isso é bastante escasso. Além disso, muitas vezes o professor também se esbarra no obstáculo de não conseguir desenvolver atividades potencialmente significativas para a aprendizagem do aluno, seja por problemas relacionados à sua formação ou mesmo pela falta de afinidade com determinado tema. O software constitui, assim, um recurso que poderá facilitar o trabalho do professor quanto a isso. Afinal, além de trazer os principais conceitos que devem ser desenvolvidos para que o aluno compreenda o tema proposto, também oferece orientações e sugestões de como isso pode ser feito e de como tornar uma visita ao museu ou centro de ciências uma estratégia mais eficaz para a aprendizagem do aluno.” (Prof. JM)

Com base nesse depoimento complementar do professor JM, avaliamos o produto desenvolvido como um recurso que, longe de ser a solução para o estabelecimento de um vínculo entre o trabalho didático-pedagógico em sala de aula

no ensino de Física, pode contribuir com o professor em seu trabalho de planejamento e exploração de visitas dos alunos aos museus de Ciências.