

ALGUNS ASPECTOS DA INTERATIVIDADE POSSÍVEL EM SITUAÇÕES INFORMAIS DE ENSINO DE CIÊNCIAS

SOME ASPECTS OF THE POSSIBLE INTERACTIVITY IN INFORMAL SITUATIONS OF SCIENCE EDUCATION

Adriano Marcus Stuchi¹
Nelson Rui Ribas Bejarano²

¹Universidade Estadual de Santa Cruz/ DCET, amstuchi@yahoo.com.br

²Universidade Federal da Bahia/ Instituto de Química, bejarano@ufba.br

Resumo

Apresentamos aqui um relato de pesquisa realizada no âmbito do projeto Caminhão com Ciência da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), projeto de divulgação científica em que se realizam exposições científicas itinerantes na região sul da Bahia. Nesse trabalho analisamos interações sociais em torno do experimento Paradoxo Mecânico. Queremos sugerir, a partir dos resultados obtidos, estratégias para o treinamento dos monitores dessas exposições por meio de filmagens. Ao transcrever diálogos entre monitores e visitantes, focamos na linguagem utilizada e emitimos sugestões para o seu aprimoramento, apoiados na Teoria de Perfis Conceituais desenvolvida por Mortimer (Mortimer, 1995).

Palavras-chave: Exposições Científicas Itinerantes, Paradoxo Mecânico, Formação de Monitores, Análise do discurso e Perfil Conceitual.

Abstract

We present here an account of research carried through in the scope of the project Truck with Science of the State University of Santa Cruz (UESC), project of scientific spreading where if they carry through itinerant scientific expositions in the south region of the Bahia. In this work we analyze social interactions around the experiment Mechanical Paradox. We want to give a suggestion of formation of the monitors of these expositions by means of filmings. When transcribing dialogues between monitors and visitors, in let us tie them in the used language and we give suggestions for its improvement, in supporting in the Theory of Conceptual Profiles developed by Mortimer (Mortimer, 1995).

Keywords: Itinerant Scientific Expositions, Mechanical Paradox, Formation of Monitors, Analysis of the Speech and Conceptual Profile.

INTRODUÇÃO

Apresentamos neste trabalho duas situações de interatividade para o experimento intitulado *Paradoxo Mecânico*. Essas situações foram registradas pelas filmagens de duas exposições do projeto de extensão Caminhão com Ciência, da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), localizada em Ilhéus – BA.

Com a transcrição e a análise dos diálogos entre visitantes, monitores e professores do Ensino Médio e também da UESC, junto ao experimento, pretendemos identificar elementos para análise e aprimoramento da interatividade dos visitantes com a exposição. Tal análise objetiva melhorar o próprio experimento, aperfeiçoar a formação dos monitores para as exposições, e avaliar sua capacidade de gerar situações que contribuam efetivamente para a alfabetização científica da população que visita as exposições.

Ações de alfabetização científica implicam em processos de ensino e aprendizagem de Ciência. Aqui apresentamos a utilização de experimentos de Física como mediação para o ensino de Física em exposições científicas, considerando a linguagem como constituinte desses processos. Nossas exposições devem facilitar a compreensão dos processos que envolvem as ciências, incentivar a popularização do conhecimento científico, além de tornar a ciência e a tecnologia mais próximas da realidade das pessoas. Ao alfabetizar cientificamente estaremos provendo instrumentos importantes para o ensino de ciências, por tentarmos transformar o conhecimento em algo visível, palpável e atrativo, além de incentivarmos o interesse pela descoberta e análise do universo científico.

Muitos trabalhos sobre alfabetização científica apontam sobre as qualidades necessárias para o cidadão cientificamente alfabetizado. As qualidades são apontadas, mas não as estratégias para atingi-las. Faz-se necessário apontamentos sobre a implantação dessas estratégias e sobre o papel da linguagem nesses procedimentos. Outro aspecto a ser destacado em nossas leituras é a importância que os autores referidos abaixo atribuem à escola e à formação dos educadores no processo de alfabetização científica. (Penick, 1998), (Caruso, 2003), (Chassot, 2003).

O projeto Caminhão com Ciência foi inspirado na Estação Ciência da Universidade de São Paulo (USP) para a elaboração de exposições científicas. Lá, tal como na maioria dos Museus e Centros espalhados pelo mundo, as pessoas podem mexer nos experimentos na medida do possível, colocando-os em funcionamento. Esse modelo, intitulado “hands on”, é usado para estimular a curiosidade e a compreensão de conceitos científicos pelos visitantes.

É em torno da presença dos monitores, do papel da linguagem e da consideração de que Museus e Centros de Ciência são também instituições de ensino, que abordaremos nosso referencial teórico para o processo de ensino e aprendizagem em Museus e Centros de Ciência.

Segundo vários autores, visitas a exposições em Museus e Centros de Ciências levam à aprendizagem (Gaspar, 1993) (ASTC, 1990). O primeiro desses autores se baseia, para melhor compreensão do papel dos Museus e Centros de Ciências no cenário educacional, na teoria de Vigotski para a conceituação do processo de ensino e aprendizagem nesses ambientes.

Segundo esse trabalho, Museus e Centros de Ciência podem ser entendidos como instituições de educação informal. Isso porque, ao contrário da educação formal e não-formal,

“a educação informal não obedece a currículos, não oferece graus ou diplomas, não tem caráter obrigatório de qualquer natureza e não se destina apenas a estudantes, mas ao público em geral. Estas são, basicamente, as características dos museus ou centros de ciências. Portanto museus e centros de ciências são instituições de educação informal” (Gaspar, 1993).

Outro aspecto que destacamos neste trabalho é o papel da linguagem como objeto de estudo numa exposição científica. Uma exposição, por mais completa e atraente que seja,

abordando aspectos culturais, históricos, pedagógicos e científicos de um tema, pode não ser inteligível ao público se a linguagem apresentada não for clara (Gouveia e Marandino, 1998). Clareza que se manifesta pela conjugação dos aspectos visuais e dos modelos teóricos apresentados nas explicações.

Num trabalho sobre a avaliação da aprendizagem numa exposição de Termodinâmica, (Stuchi e Ferreira, 2003) foi mostrado que exposições científicas, nos moldes apresentados na Estação Ciência, contribuem para o desenvolvimento cognitivo de alunos do Ensino Médio. As pesquisas apontaram que somente sucessivas ações de ensino poderiam levar os alunos a formas elevadas de compreensão de um modelo científico. Entre essas ações poderíamos citar como exemplo muitas visitas às exposições ou mesmo a abordagem dos assuntos em aulas de Física nas escolas. Avaliou-se que os estudantes tinham grande dificuldade em utilizar a teoria apresentada na exposição em situações novas, diferentes daquelas observadas durante as demonstrações, como em situações do cotidiano, por exemplo. Os autores evidenciam que os alunos operavam basicamente com conceitos espontâneos quando se tratava de assuntos pertinentes à exposição, pois sua atenção estava sempre centrada no experimento ao qual o conceito se referia, nunca no ato do pensamento que levaria à aplicação dos conceitos em diferentes situações (Stuchi e Ferreira, 2003).

Por outro lado, Stuchi e Ferreira também observaram que o estudo de conceitos científicos, inseridos num modelo utilizado para explicar algum experimento, pode ser melhor abstraído quando relacionado a uma situação concreta (Stuchi e Ferreira, 2003). Isso nos leva a considerar a possibilidade de se criar exposições a partir de situações familiares às comunidades visitadas, com vistas a ampliar as possibilidades de êxito no que diz respeito à alfabetização científica.

Entretanto, com experimentos mais “concretos” ou mais tradicionais a produção do conhecimento está associada ao uso da linguagem comum e científica. Esta possibilita o elo entre o conhecimento, que é de domínio da comunidade científica, e o conhecimento de domínio público. Além dos “mecanismos”, do visual, próprio do experimento, as trocas lingüísticas possibilitam às pessoas se apropriarem da linguagem científica, tornando-a constituinte na apropriação do conhecimento e em determinadas situações, inclusive para a transformação do seu cotidiano. Ou seja, a alfabetização científica não prescinde da linguagem.

A noção de interatividade, em exposições científicas, certamente está relacionada com os usos da linguagem e deve estar relacionada também com a forma com que os visitantes recebem as informações pertinentes ao que está exposto. No modelo de exposições que adotamos no Caminhão com Ciência, a interatividade ocorre na medida em que os visitantes dialogam entre si ou com os monitores sobre determinado experimento. Pretendemos contribuir para essa interatividade provocando esses diálogos.

Uma proposta que utilize a experimentação como estratégia para o ensino de física, deve considerar o aluno não como um mero expectador, mas como pessoa ativa que argumenta, interfere, pensa, questiona e até constroi seus próprios experimentos. Se o objetivo é contribuir para o envolvimento do aluno na atividade experimental, cabe ao professor o papel de mediador do processo de construção do conhecimento dos alunos, permitindo o confronto de idéias dentro de um grupo, analisando as hipóteses levantadas e propondo situações investigativas que permitam a ampliação de conhecimentos prévios (Carvalho et al, 2000) (Coelho et al, 2000).

Neste trabalho consideramos que as atividades experimentais ocupam um papel relevante num ensino que busca proporcionar condições para que o sujeito construir seu conhecimento, colocando em conflito suas idéias prévias a partir do que observa em situações experimentais, contando com a mediação (uso da linguagem) dos outros (visitantes, monitores ou professores).

PROJETO CAMINHÃO COM CIÊNCIA

O Projeto Caminhão com Ciência teve origem a partir do Parque do Conhecimento da UESC (www.uesc.br/parcon). É um projeto de divulgação científica, permanente e de extensão, formada por professores de Física, Química e Paleontologia. O Parque do Conhecimento tem o objetivo de realizar experimentos, jogos, demonstrações e brincadeiras envolvendo aspectos diversos do conhecimento científico em exposições abertas ao público. Foram totalizados mais de 4000 visitantes no período de novembro de 2003 a fevereiro de 2005, considerando-se todas as visitas realizadas ao parque. Quatro alunos de graduação da UESC, bolsistas de programas de extensão, se revezavam entre os períodos matutino e vespertino monitorando as visitas ao Parque.

Inicialmente os experimentos de Física e Química do Parque do Conhecimento foram produzidos com material de baixo custo e sucata dos laboratórios didáticos da UESC. Em 2004 a UESC adquiriu alguns experimentos de Física e fomos contemplados no edital MCT/SECIS/CNPq nº 07/2003. A verba recebida foi utilizada para a montagem de uma exposição denominada EXPOENERGIA, com novos experimentos de Física, Química e réplicas de fósseis de Paleontologia.

Todos os materiais utilizados nas exposições do Parque fazem parte do Caminhão com Ciência, que veio a dar pernas (ou rodas) ao trabalho já iniciado. Com o Caminhão foi possível atingir um público mais amplo, além de contar com a participação de professores das áreas de Biologia e Ciências Agrárias.

Para a realização do Projeto Caminhão com Ciência fomos contemplados pelo Projeto Ciência Móvel da Academia Brasileira de Ciências. Ao todo são 25 professores que participam do projeto, incluindo oito monitores das áreas de Física, Química, Biologia e Matemática com bolsas da FAPESB e outros quatro alunos-monitores com bolsas da Pró-Reitoria de Extensão da UESC. Contamos também com o trabalho de voluntários e professores da rede pública de ensino da Bahia. Os monitores e voluntários recebem treinamento para apresentarem as exposições. O treinamento consiste na leitura de textos e instruções dos professores envolvidos e dos monitores mais experientes na aplicação do projeto.

A proposta do Caminhão com Ciência é realizar incursões aos municípios da Região Sul Baiana, região de abrangência da UESC, composta de 58 municípios. As estratégias de execução do projeto seguem os seguintes critérios: 1- Planejamento e montagem das ações temáticas a serem abordadas; 2- Formação de pessoal para atuar no projeto dentro das temáticas definidas; 3- Divulgação nos municípios das atividades a serem executadas; 4- Agendamento das visitas com os municípios através das Secretarias de Educação.

Citamos abaixo o material didático composto de experimentos, painéis e jogos que está disponível para o Caminhão com Ciência classificado por área, com especial atenção para a Física, que aborda o objeto de nosso estudo:

Física: *Mecânica:* simulação de propagação de ondas mecânicas em molas, ressonância, cama de pregos, sistema de roldanas, Looping, Pêndulo de Newton, Trem de Inércia, Hidrelétrica, Vórtice, Paradoxo Mecânico, Ludião, Conservação momento angular. *Eletromagnetismo:* transformador de tensão, indução eletromagnética, Máquina de Winhurst, Bobina de Tesla, Globo de Plasma, Bobinas de Helmholtz, Motor Elementar, Balança de Corrente, Chispa Saltante. *Termodinâmica:* Máquina a vapor, Canecões de convecção, Termoscópio de Médiçi, Termoscópio de Galileu, Simulação Usina Termoelétrica, Anel de s'Gravezande, Modelo Cinético dos Gases e dilatação do ar. *Ótica:* Luz e Cores, Polarizador, Ilusão de Ótica: vidro imerso em glicerina e grade de espelhos. *Física Moderna:* Espectros de Gases e relação carga-massa do elétron. *Física Nuclear:* Contador Geiger e Física Nuclear e Medicina (painel). *Astronomia:* Telescópio bi-refletor.

Química: Experimentos de eletroquímica, Luminescência e Caracterização de materiais; **Matemática:** Jogos Matemáticos, Estudo do Ábaco japonês e Trigonometria; **Biologia:** Citologia, Genética, Ecologia, Zoologia e Biologia Marinha; **Paleontologia:** Observação de Fósseis; **Ciências Agrárias:** Clonagem e Vassoura -de -bruxa.

Os resultados pretendidos nesse projeto estão associados a uma aproximação das pessoas, da linguagem e dos temas científicos, bem como das formas como a ciência trabalha e obtém resultados. Desejamos com este projeto interferir no dia-a-dia das pessoas fazendo, por exemplo, com que tenham mais interesses por assuntos ligados às ciências em conversas informais ou na resolução de problemas cotidianos; ou ainda ampliando o número de pessoas que virão, no futuro, a procurar carreiras científicas. Dessa forma, o cidadão comum terá instrumentos para buscar explicações lógicas para os fatos e acontecimentos do seu cotidiano, tornando-se assim um indivíduo mais informado a cerca de sua realidade, tendo, portanto, condição de exercer a sua cidadania de forma mais plena.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Consideramos que a aprendizagem nas exposições do Caminhão com Ciência ocorre através da mediação pela linguagem, com a utilização de atividades experimentais, que neste caso específico o recurso é o Paradoxo Mecânico.

A compreensão dos fenômenos apresentados no experimento depende, além da execução do experimento durante a exposição, de conhecimentos anteriores dos participantes da exposição. Esses conhecimentos podem estar constituídos por conceitos espontâneos, científicos ou ambos.

Vigotski considerou os conceitos em duas categorias que refletem o contexto no qual eles são formados: cotidiano (espontâneo) e científicos. De uma forma geral, os conceitos espontâneos são formados com maior frequência em experiências e interações ocorridas fora dos espaços formais de ensino, ou da sala de aula propriamente dita. Os conceitos científicos, por sua vez, ocorrem com maior intensidade justamente nesses ambientes. Para Vigotski, os conceitos espontâneos estão centrados no fenômeno representado e não no pensamento. Eles estão embasados em aparências físicas e em características do fenômeno cotidiano.

Conceitos científicos, por outro lado, são formados pelo “uso funcional da palavra, ou outro signo, com um significado de focar a atenção, selecionando diferentes características e analisando-as,” (...) direcionando suas operações mentais, controlando seu curso, e canalizando-as para a solução do problema “(Vigotski, 1987). A formação de conceitos envolve o específico uso de palavras como” ferramentas funcionais “para solucionar problemas, criar produtos, ou completar tarefas. Conceitos científicos não estão vinculados diretamente aos fenômenos ou objetos e são definidos de maneira generalizada; isto é, numa relação entre (com) outros conceitos. Conceitos científicos relatam fenômenos de maneira mediada, através da previsão de conceitos anteriormente estabelecidos (científicos ou espontâneos). O conceito científico transforma o conceito espontâneo e vice-versa, mudando o sistema conceitual (Vigostki, 1987).

Considerando o que foi relatado nos dois parágrafos anteriores, entendemos que a representação mental que um visitante faz de um experimento ocorre pela associação interna de signos sobre o fenômeno observado. Ao exteriorizar os signos previamente associados o indivíduo constitui sua própria linguagem, que será aprimorada ou acrescida de mais símbolos ao final de um diálogo e com a interação com um experimento. Daí resultam os processos de aprendizagem nas exposições.

Ao estudarmos a interação entre visitantes de uma exposição com outros visitantes e monitores diante do experimento paradoxo mecânico, ficaremos atentos ao processo de significação

criado e desenvolvido por meio da linguagem. Para isso recorreremos a análise discursiva, observando a relação existente entre as idéias prévias dos visitantes e as idéias científicas transmitidas nas apresentações. Queremos assim entender a evolução das idéias dos visitantes

“não como uma substituição de idéias alternativas por idéias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem possam conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas possa ser empregada no contexto conveniente.” (Mortimer, 1996).

Devemos considerar também que o processo de aprendizagem de ciências é um processo de “enculturação”, na medida em que essa aprendizagem envolve a socialização das práticas dos cientistas, de suas formas de pensar e de ver o mundo (Mortimer, 1996). Observamos as maneiras que os visitantes explicam o que vêem no paradoxo mecânico e o processo de negociação de significados com os monitores e entre os próprios visitantes. Sendo assim, podemos apontar as características de um processo de enculturação para o caso especial do Paradoxo Mecânico, na medida em que existe mediação de significados entre as pessoas envolvidas na exposição e confronto de idéias.

Um experimento é um veículo com elementos concretos que ganham significados através da linguagem, com a participação nas interações sociais. A linguagem construída pelas pessoas que interagem com um experimento, de acordo com a leitura que fazem dos fatos observados, estabelece novas informações que farão parte da cultura dessas pessoas. Exposições científicas promovem então mudanças na percepção que as pessoas têm da realidade, pela aquisição de novos conceitos ou pelo conflito com conceitos pré-existentes.

Com visitas a exposições as pessoas socializam a linguagem e adquirem novos conceitos. Mas esse processo não é definitivo, isto é, os conceitos adquiridos podem não corresponder aos conceitos cientificamente aceitos. O processo de abstração até a compreensão de um conceito científico leva tempo. Esse tempo depende, entre outros aspectos, dos conceitos que a pessoa já possui e não se completa numa única visita. No entanto, as exposições certamente facilitam o processo de formação de aquisição de conceitos científicos.

Nesse processo, para que se estabeleça o desenvolvimento de um conceito científico, a linguagem do monitor deve se adequar à capacidade cognitiva dos visitantes. Essa adequação deve acontecer pela socialização da linguagem através do diálogo no momento em que as pessoas observam um experimento,. Na prática de uma exposição não há tempo para investigação das capacidades cognitivas dos visitantes em detalhes, portanto o bom senso de um monitor bem treinado e uma demonstração bem feita são suficientes para o bom desenvolvimento da exposição. Podemos assim ter grandes possibilidades de que a interação se torne viável e produtiva.

O EXPERIMENTO PARADOXO MECÂNICO

O nome do experimento que usamos é Paradoxo Mecânico porque o fenômeno demonstrado aparentemente contraria a lei da gravidade, já que o duplo cone parece subir a rampa da Figura 1 quando é abandonado na extremidade inferior. Trata-se de um paradoxo porque gera uma contradição na maioria das pessoas que o observam pela primeira vez (Figura 1).

O duplo cone é colocado sobre os trilhos inclinados na posição onde eles se encontram, permanecendo em equilíbrio instável. Quando solto, temos a impressão que o duplo cone está subindo porque ele se desloca para a outra extremidade dos trilhos. Mas na verdade o duplo cone está descendo, pois seu centro de massa fica situado acima do ponto de equilíbrio e busca, devido a gravidade, seu alinhamento horizontal com os pontos de apoio na rampa, onde o equilíbrio é estável. Nessa busca o centro de massa desce na direção vertical.



Figura 1

O deslocamento do centro de massa do duplo cone pode ser facilmente observado. Basta olharmos seu perfil enquanto se movimenta. O centro de massa está localizado na direção do centro do círculo que se vê nessa perspectiva.

Se houver dificuldade em imaginar o movimento do centro de massa, podemos destacar os dois vértices do sólido pintando-os com tinta colorida, por exemplo, e pedir que as pessoas acompanhem o movimento daquele ponto. Outra estratégia seria acompanhar o movimento da parte inferior do duplo cone, também de perfil. Por estar mais próxima da base da rampa que o centro de massa, sua descida é mais evidente.

A causa do movimento de descida do centro de massa do duplo cone é explicada com a ajuda de uma equação matemática que combina os três ângulos mostrados na Figura 2. A condição para que o duplo cone aparentemente suba a rampa é tal que $\text{tg}\alpha \cdot \text{sen}\beta > \text{tg}\gamma$.

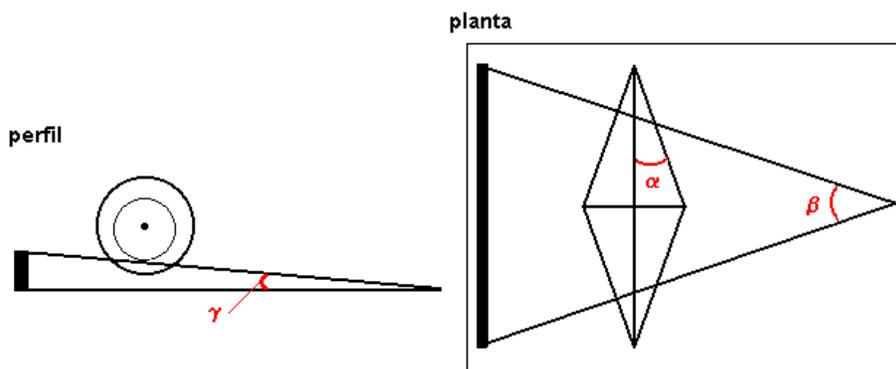


Figura 2

EPISÓDIOS DE INTERAÇÃO EM TORNO DO EXPERIMENTO PARADOXO MECÂNICO

Procederemos agora com a transcrição dos diálogos diante do experimento citado. Esses diálogos ocorreram no 2º semestre de 2005 em duas exposições do Projeto Caminhão com Ciência, nas cidades de Camacan e Santa Luzia, ambas próximas a Ilhéus. Apresentamos apenas duas transcrições, mas nossas filmagens das interações de visitantes com o experimento Paradoxo Mecânico aconteceram em outras quatro oportunidades: em Ilhéus durante a Semana de Ciência e Tecnologia de 2005, na cidade de Barro Preto, no bairro Salobrinho em Ilhéus e noutra exposição dentro do campus da UESC. Usaremos os dados dessas outras filmagens para as conclusões gerais do trabalho, relativas aos aspectos observados em todas as filmagens.

A- EXPOSIÇÃO DE CAMACAN

Transcrevemos aqui o diálogo entre um monitor (**M**), um professor do Ensino Médio (**P**) e outros dois visitantes da exposição, que denominamos de **VA** e **VB**.

Diante do experimento Paradoxo Mecânico, o VA pergunta ao monitor:

VA: Que negócio é esse aqui?

Em seguida o mesmo visitante continua, mostrando o duplo cone deslizando sobre a rampa:

VA: Aqui é mais alto e isso faz com ele corra daqui pra lá.

M: Por que isso acontece?

VA: Por causa do cônico dessa madeira aqui de cima.

Diz ele apontando para o duplo cone.

VA: E isso faz com que ele vá daqui pra lá.

P: Mas fisicamente falando, qual é a força que age sobre ele?

VA: Ele está subindo.

M: Mas porque será que com a suspensão de algo, aqui na superfície da Terra, a gravidade puxa para baixo?

VA: Por que a gravidade está subvertendo que isso aqui...

Depois de uma breve pausa o diálogo continua.

VB: O declive está para baixo. Disse apontando para a rampa.

VA: Isso aqui tira o declive.

Fala apontando para o duplo cone.

M: Será que realmente está subindo?

VA: Ele está descendo, por causa do cônico da madeira.

Depois de alguns segundos, VB empurra o duplo cone no sentido descendente e pergunta a VA:

VB: Por que ele não desce?

VA: Por causa do cônico da madeira.

Evidenciamos aqui que a socialização do conhecimento promoveu uma mudança no depoimento de VA, que inicialmente achava que o duplo cone estava subindo. Depois que M pergunta se o duplo cone estava realmente subindo, VA afirma que ele estava descendo, argumentando que era por causa “do cônico da madeira”, dando assim indícios de que a investigação do fenômeno e o diálogo o levaram a perceber a influência do ângulo α do duplo cone no fenômeno. De certa forma VB ajudou também VA a perceber isso quando empurrou o duplo cone no sentido descendente da rampa e perguntou “Por que ele não desce?”.

M: Mas será que ele não está descendo?

VA: Ele está descendo. Por que o pau é mais alto. Por causa do nível ele está descendo.

M: Nós temos a impressão que ele está subindo. Veja só, isso aqui nós chamamos de duplo cone. Qual é o local onde ele tem a maior base?

Com o duplo cone na posição horizontal, VB aponta para a junção entre as bases dos cones.

M: É o centro dele, não é isso? Isso nós chamamos de centro de massa. Note que quando ele começa a “subir” esse triângulo vai se estreitando. Observe que a parte que está em contato com o triângulo fica cada vez maior, fica mais grossa.

Disse o monitor movimentando o duplo cone para a extremidade inferior da rampa.

M: Aqui embaixo a parte em contato com a rampa vai se estreitando, se tornando mais fina.

VA: A madeira lá está mais alta que aqui. Disse apontando para a parte inferior da rampa. Mas quando fica aqui se torna mais alta também.

O diálogo acabou com o monitor mostrando aos visitantes que a parte inferior do duplo cone se aproxima da base da rampa à medida que ele se movimenta. O monitor usou esse argumento para concluir sua explicação dizendo que o duplo cone desce.

B- EXPOSIÇÃO DE SANTA LUZIA

O diálogo abaixo ocorre entre três meninos, **MA**, **MB**, **MC**, **P** (professor do projeto que filmava a exposição) e uma monitora (**M**).

Dois dos meninos estavam inicialmente diante do experimento Paradoxo Mecânico quando o professor, com a câmera, questiona a um deles o que estava acontecendo no experimento.

MA: Ao invés de descer ele sobe.

MB: O peso dele é aqui no meio e no meio ele não se apóia. Ele só se apóia nas pontas, então ele sobe sozinho, pra ter o apoio dele.

P: Ele não desce então?

MA, MB: Não.

P: Ele é contra a gravidade então?

MA, MB: Sim.

Nesse instante o terceiro menino (**MC**) se junta ao grupo.

MB: Eu acho que ele sobe porque só tem apoio nas pontas. Aqui ele não tem apoio nenhum.

Disse referindo-se ao duplo cone apoiado na parte inferior da rampa.

MA: O peso dele (duplo cone) é aqui no meio. Se colocasse ele noutra parte ele desceria, mas aqui ele sobe sozinho.

Apesar não haver registro de alguma explicação da monitora ou do professor, notamos que **MA** deu um passo no sentido de perceber a região onde se encontra o centro de massa do duplo cone.

MC: Ele não tem apoio nas pontas.

MB: O peso dele é aqui no meio e ele tem apoio nas pontas. Se colocar ele aqui (extremidade inferior da rampa).

MA: Parece que ele está meio torto.

M: Tem alguma coisa que tem esse formato?

MA, MB e MC: Sim.

MC: Um peão.

MA: Não tem nada a ver.

O diálogo termina após um curto período de silêncio. Não houve registro de explicações do professor presente ou da monitora. Quando o diálogo terminou os meninos pareciam acreditar realmente que a lei da gravidade estava sendo contrariada. Supomos então que a formação dos monitores devesse apontar para o fato de não deixarem, ou evitarem ao máximo, que os visitantes saiam com impressões equivocadas acerca da exposição.

Acreditamos na necessidade do diálogo e do questionamento sobre o que é apresentado nos experimentos, mas a explicação adequada, por parte do monitor ou professor, mesmo que não leve à compreensão do fenômeno poderia ter, eventualmente, alertado para o “equivoco no que é visto”. Essa explicação deve se adequar ao máximo à capacidade de cognição dos visitantes. A adequação a que nos referimos acontecerá quando o monitor conhecendo a linguagem dos visitantes, ouvindo seus questionamentos, conseguirá fazê-los entender os esclarecimentos informados.

ALGUMAS CONCLUSÕES POSSÍVEIS A PARTIR DOS DIÁLOGOS

Podemos notar nos diálogos transcritos que a interatividade com o experimento decorre do diálogo e da investigação dos fenômenos. A exposição proporcionou aos visitantes colocar em debate seus conceitos sobre o que era observado.

Também podemos notar o papel dos monitores e professores que participaram da interação com os visitantes, atuando como parceiros “mais capazes”. Os monitores e professores fizeram perguntas, incitando os visitantes a buscarem explicações e a questionarem os fenômenos observados, numa atitude que vai ao encontro do questionamento que se faz na construção da Ciência.

O fenômeno da queda dos corpos está muito presente na experiência cotidiana das pessoas. Mas nem por isso as pessoas deixam de se render a ilusão provocada pelo experimento paradoxo mecânico. De uma forma geral, em todas as observações que fizemos, as pessoas sempre acham que o duplo cone está subindo a rampa. Mesmo sendo a atração gravitacional uma lei natural fortemente presente na vida das pessoas, elas apenas deixam de considerá-la ao interpretarem o fenômeno observado. As evidências concretas estão acima da lei da gravidade para essas pessoas.

Achamos adequado para identificar o perfil conceitual dessas pessoas diante desse experimento recorrermos à adaptação da proposta de Bachelard de perfis epistemológicos feita por Mortimer (Mortimer, 1996). De acordo com Mortimer, apesar das características individuais do perfil, as categorias que constituem as diferentes divisões do perfil uma característica mais geral. Podemos então identificar esse perfil como realismo,

“que é basicamente o pensamento de senso comum” (Mortimer, 1996).

Citando Mortimer mais uma vez:

“ Bachelard exemplifica a aplicação da noção de perfil ao conceito de massa. Assim, o realismo está impregnado de senso comum e uma noção realista atribui massa apenas àquilo que é pesado. A noção de massa corresponde, então "a uma apreciação quantitativa grosseira e como que ávida de realidade. Aprecia-se a massa pela vista" (Bachelard, 1984, p.13).” (Mortimer, 1996).

Identificamos a zona do perfil conceitual de nossos visitantes diante do paradoxo mecânico como realista, pois Mortimer esclarece que uma zona de um perfil conceitual está relacionada com uma perspectiva filosófica específica. No caso das pessoas cujo diálogo transcrevemos, esta zona está intimamente ligada ao senso comum de se acreditar piamente no que se vê no experimento, apesar disso contrariar uma lei natural tão presente no cotidiano.

Creemos que identificação da zona do perfil conceitual é muito importante para se trazer melhorias na demonstração do experimento. Primeiramente pela conscientização das pessoas acerca da zona do seu perfil, depois pela inserção de elementos que possam ajudar na comprovação do fenômeno, como um cilindro que possa ser colocado na rampa para que as pessoas observem sua descida e se convençam do papel essencial que exerce o formato do duplo cone para a “subida” do mesmo pela rampa. Além disso, acrescentar também um *banner* com a demonstração matemática das relações geométricas envolvidas na solução do problema.

Apesar de sabermos das limitações que geralmente as pessoas que visitam nossas exposições em entender tal dedução, isso seria importante para as pessoas se conscientizarem da importância da matemática para a construção do experimento e dos conceitos científicos envolvidos em sua explicação. Esse *banner* poderia ser usado em conjunto com algumas modificações no experimento, como a inserção de dobradiças para que se possam variar os ângulos α e β , ou até a construção de um duplo cone com um ângulo diferente do α necessário para seu funcionamento. Os visitantes poderiam testar a teoria e assim comprovarem a causa do fenômeno, associando isso com as relações matemáticas entre os ângulos.

Apesar das deficiências na linguagem do monitor, percebemos na transcrição da apresentação realizada em Camacan que os visitantes saíram mais satisfeitos com a explicação. Na demonstração as pessoas aprendem a observar o experimento usando critérios mais bem definidos, como o uso de um referencial mais adequado para a conclusão certa sobre a explicação do fenômeno. Ao aceitar a explicação os visitantes passam a ver também que a correta argumentação pode levar a derrubar fatos aparentemente verdadeiros.

Aprendem de certa forma que o olhar pode nos enganar sobre uma observação. Que podemos chegar a ter conclusões precipitadas por acreditar demais no que “vemos”, mesmo sabendo que isso contraria a maneira familiar como as coisas se comportam sob a ação da gravidade. Vemos que os visitantes inicialmente apontam para o fato de o duplo cone estar subindo sem ao menos contestarem se isso parece absurdo diante do que estão acostumados a ver no cotidiano.

Com instrumentos e argumentos embasados em evidências acabam por constatar que uma lei da natureza não muda assim tão de repente, que o olhar desatento engana. Se considerarmos que essas ações experimentadas pelas pessoas estão próximas ou se assemelham um pouco com o que faz um cientista, podemos concluir que demos um passo em direção à alfabetização científica dessas pessoas, pois elas foram orientadas a ter atitudes científicas perante o experimento. (Investigação, Argumentação, contestação de possibilidades que contrariam uma lei natural e conclusões embasadas em evidências experimentais).

Dessa forma acreditamos ter contribuído para ampliar a noção de alfabetização científica em exposições itinerantes de ciências, como a responsável pela formação de atitudes científicas perante as demonstrações. Não queremos com isso reduzir a ciência às atitudes dos visitantes diante da apresentação da demonstração, mas sim apontar um caminho para o aprimoramento das interações em ambientes informais de ensino. Mesmo porque nesses ambientes não podemos objetivar um ensino de ciências embasado em critérios rígidos e abrangentes sobre a natureza da ciência e do conhecimento científico. Ao invés disso propomos que numa breve demonstração os visitantes possam experimentar um novo olhar sobre os fenômenos, se aproximando ao máximo de uma visão científica.

Para essa demonstração em particular o que buscamos está bem próximo do fragmento do artigo de Gil Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia que citamos abaixo:

“Em síntese, pode dizer-se que a essência da orientação científica - deixando de lado toda a idéia de “o método” - se encontra na mudança de um pensamento, atitude e ação, baseados nas “evidências” do senso comum, para um raciocínio em termos de hipótese, por sua vez mais criativo (é necessário ir mais além do que parece evidente e imaginar novas possibilidades) e mais rigoroso (é necessário fundamentar e depois submeter as hipóteses à prova cuidadosamente, isto é, confrontar com o mundo, duvidar dos resultados e procurar a coerência global).” (Gil Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia, 2001)

Concluimos com isso a primeira etapa do nosso trabalho com o experimento Paradoxo Mecânico. Daremos início à segunda parte de nossa pesquisa buscando aplicar esses resultados para a formação dos monitores do Projeto Caminhão com Ciência e no desenvolvimento das estratégias para a demonstração. Depois disso seguiremos filmando e transcrevendo as exposições na busca dos resultados, sem deixar de pensar também no aprimoramento das técnicas de filmagem e coleta de dados.

REFERÊNCIAS

ASTC (Association of Science and Technology Centers) *What Research Says about Learning in Science Museums*, 1990.

Barreto Filho, Benigno. *Atividades Práticas na 8ª série do Ensino Fundamental: Luz Numa Abordagem Regionalizada*, Campinas, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

Caruso, Francisco. *Desafios da Alfabetização Científica*, Disponível em: <http://www.cbpf.br/~eduhq/html/publicacoes/links_publicacoes/ciencia_sociedade_cs00802/cs01003.pdf> Acessado em 20 de julho de 2007.

Carvalho, Anna Maria Pessoa de, et. al. *Termodinâmica – Um Ensino por Investigação*. Editora da Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 1999.

Chassot, Attico. *Alfabetização científica: uma Possibilidade para a Inclusão Social*. Revista Brasileira de Educação, Jan/Fev/Mar/Abr, n 23, pp. 89-110, 2003.

Coelho, Suzana Maria; Kohl, Eno; Di Bernardo, Silvia e Wiehe. Lilian Cristina Nalepnski *Conceitos, Atitudes de Investigação e Metodologia Experimental como Subsídio ao Planejamento de Objetivos e Estratégias de Ensino*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.2, p. 122-149, ago. 2000.

Gaspar, Alberto. *A educação formal e a educação informal em ciências*. In: Massarani, Luisa; Moreira, Ildeu de Castro e Brito, Fátima. (Org.). *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Casa da Ciência - Centro Cultural de Ciência e Tecnologia/UFRJ, 2002.

Gaspar, A. *Museus e Centros de Ciências – Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico*, São Paulo, tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1993.

Pérez, Daniel Gil; Montoro, Isabel Fernández; Alís, Jaime Carrascosa; Cachapuz, Antonio; Praia, João. *Para Uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico*. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

Gouveia, Guaracira; Marandino, Martha. *Paradigmas em exposições de museus de ciência e tecnologia*, Atas do VI EPEF, de 26 a 30 de Outubro de 1998, Florianópolis- SC.

Hamburger, Ernst Wolfgang. *Museus e centros de ciências - A experiência da Estação Ciência*, Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura15.shtml>> Acessado em 20 de julho de 2007.

Oliveira, Marta Kohl de Vygotsky – *Aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*, Ed. Scipione, São Paulo, 1993.

Mortimer, Eduardo. Fleury. *Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, abr.1996.

Mortimer, Eduardo Fleury. *Conceptual Change or Conceptual Profile Change? Science & Education* 4: p.267-285, 1995.

Netto, Luiz Ferraz. *Paradoxo Mecânico – duplo cone*. Disponível em: in: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_08.asp> Acessado em 20 de julho de 2007.

Penick, John. E. *Ensinando alfabetização científica*, **Educar em Revista**, n.14, pp. 91-113, Curitiba, 1998.

Stuchi, Adriano Marcus; Ferreira, Norberto Cardoso- *Análise de uma Exposição Científica e Proposta de Intervenção*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n°2, Jun. 2003.

Vigotski, Lev Semionovitch. *Pensamento e linguagem*. Ed. Martins Fontes, 1987.