



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

O Ensino de Física e os Museus de Ciência

César Augusto Morais de Souza

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

César Augusto Moraes de Souza

O Ensino de Física e os Museus de Ciência

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - *Campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Rio Claro - SP

2012

530.07 Souza, César Augusto Morais de
S729e O ensino de Física e os museus de ciência / César Augusto
Morais de Souza. - Rio Claro : [s.n.], 2012
57 f. : il., figs., tabs., fots. + CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas
Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Física - Estudo e ensino. 2. Centros de ciências. 3.
Ensino informal. 4. Alfabetização científica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Termo de Aprovação

César Augusto Morais de Souza

O Ensino de Física e os Museus de Ciência

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - *Campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Comissão Examinadora

- Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos (Orientador)
- Prof. Dr. Giovani Gozzi
- Prof. Ms. João Eduardo Fernandes Ramos

Rio Claro, 21 de novembro de 2012

César Augusto Morais de Souza

Eugenio Maria de França Ramos

AGRADECIMENTOS

Após longos anos de árduo esforço é que encerro esta tão importante etapa da minha vida, a Graduação em Física. Porém, é necessário que sejam devidamente agradecidos aqueles que contribuíram, de diferentes maneiras, para esta grande conquista. Quero agradecer:

a Ana Laura Curcio pela companhia, que foi um fator decisivo na formação de meu caráter, e ao apoio, que possibilitou a minha graduação em licenciatura;

aos meus pais, Vanda e Souza, que com paciência me forneceram apoio por todos esses anos;

a minha namorada Maria Carolina, por sua paciência, carinho e apoio;

aos meus amigos Henrique P., Henrique S., Rafael A. B., Rafael B., Tiago, Rodrigo, Everton, Anderson, Guilherme, Eduardo, Leonardo, João, André e tantos outros que me proporcionaram grandes momentos de risadas, lágrimas, estudo e cansaço;

ao Professor Eugenio, bom amigo e educador, cujo estilo sempre apreciei e sempre me incentivou com palavras de coragem;

ao meu irmão Alexandre, que sempre se preocupou comigo e esteve disposto a conversar e a dar bons conselhos.

RESUMO

Baseados nas idéias de Gaspar e Marandino, discutiremos o ensino de física por meio de Museus e Centros de Ciências, valendo-se de idéias tais como: Alfabetização Científica, Ensino Informal e Zona de Desenvolvimento Proximal. Visitamos e analisamos os museus: Museu da Energia de Rio Claro – Usina Parque do Corumbataí, Catavento Cultura e Educacional – Organização Social de Cultura, Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) e Centro de Estudos do Universo - CEU. Apontaremos elementos desses museus que beneficiam o ensino formal de física em escolas, assim como elementos positivos do ensino escolar que maximizam a experiência de visitas aos museus.

Palavras-chave: Centros de Ciências. Ensino Informal. Alfabetização Científica.

ABSTRACT

Based on the ideas of Gaspar and Marandino, discuss the teaching of physics through Museums and Science Centers, drawing on ideas such as: Scientific Literacy, Informal Education and Zone of Proximal Development. We visited and analyzed the museums: Museum of Energy Rio Claro - Mill Park Corumbataí, Catavento Culture and Education - Social Organization of Culture, Centre for Scientific and Cultural (CDCC) and Studies Center of the Universe - CEU. Point out elements of these museums that benefit the formal teaching of physics in schools, as well as positive elements of schooling that maximize the experience of museum visits.

Keywords: Science Centers. Informal Education. Scientific Literacy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1.1 Revisão Bibliográfica.....	8
1.1.1 <i>Diferenças entre escolas e museus</i>	<i>11</i>
1.1.2 <i>Os experimentos nos museus: possibilidades.....</i>	<i>12</i>
1.1.3 <i>Zona de Desenvolvimento Proximal.....</i>	<i>13</i>
METODOLOGIA	15
2.1 Museus e centros de ciência.....	15
2.1.1 <i>O Museu De Energia De Rio Claro</i>	<i>15</i>
2.1.2 <i>O Museu CATAVENTO</i>	<i>23</i>
2.1.3 <i>Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC)</i>	<i>28</i>
2.1.4 <i>Centro de Estudos do Universo (FUNDAÇÃO CEU).....</i>	<i>34</i>
2.2 Funcionamento da Máquina de <i>Wimshurst</i>.....	38
RESULTADOS.....	41
3.1 Formas de Interação do visitantes em Museus	42
3.2 Análise.....	48
3.3 O que acontece depois do experimento?.....	50
3.4 Observações Das Visitas	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
BIBLIOGRAFIA	56

INTRODUÇÃO

Nosso objetivo é discutir, ao longo deste trabalho, como museus e centros de ciência podem contribuir para o ensino de Física. Serão analisados pontos como *Zona de Desenvolvimento Proximal*, *Ensino Informal* e *Alfabetização Científica*.

Como referencial teórico, adotamos as idéias de Gaspar e Marandino, seguindo uma metodologia qualitativa/descritiva em um estudo de caso desenvolvido na forma de observação direta e acompanhamento de atividades educativas. Nosso percurso metodológico foi o seguinte:

- Visita aos museus;
- Descrição do campo de estudo;
- Análise dos dados.

Foram quatro os museus por nós estudados: Centro de Divulgação Científica e Cultural, São Carlos – SP (CDCC); Catavento Cultural e Educacional - Organização Social de Cultura, São Paulo – SP (Catavento); Centro de Estudos do Universo, Brotas – SP (CEU); e Museu da Energia de Rio Claro – Usina Parque do Corumbataí, Rio Claro – SP (Museu da Energia de Rio Claro).

Os motivos da escolha desses museus e centros de ciências foram os seguintes:

- Alguns deles fizeram parte do programa de visitas da disciplina Prática de Ensino II, cursada por mim enquanto desenvolvi o trabalho;
- Participei de uma atividade enquanto bolsista PIBID¹ que envolvia a visita a um desses museus;
- Estão próximos em relação à cidade onde curso Licenciatura em Física - Rio Claro -, possibilitando visitas enriquecedoras à pesquisa.

Importante observar que alguns desses museus foram visitados mais de uma vez.

¹ Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Fundação CAPES

Ao realizar um estudo de caso para alguns museus da região de São Paulo, chegamos a resultados que contribuirão para o uso de estratégias de ensino de Física aplicadas nestes museus por professores desta e de demais regiões. Com este estudo, também esperamos contribuir para a pesquisa em museus de ciências e em Educação.

1.1 Revisão Bibliográfica

É necessário definirmos o conceito de “experimento”, empregado ao longo deste trabalho. Segundo Macedo (1976):

Experiência. *Fís.* Realização controlada de um fenômeno com o intuito de evidenciá-lo, de analisar as condições de sua efetivação, de medir parâmetros que lhes sejam pertinentes. Até meados do século XX, muitas experiências foram decisivas para demonstrar a veracidade de uma teoria, ou tiveram importância marcante para o desenvolvimento da Física. Receberam, por isso, a perpetuação de serem nomeadas pelos seus autores. Outras experiências pioneiras transformaram-se em métodos de medida rotineiros e difundidos, nomeados pelos seus iniciadores. (MACEDO, 1976, p. 148)

Entretanto, como salienta Chalmers (1994), os experimentos científicos são em geral eventos artificialmente construídos para proporcionar o estudo de determinado fenômeno natural:

Existem poucas regularidades observáveis a discernir no mundo observável à nossa volta, de modo que, por exemplo, os que defendem generalizações como “objetos mais densos que a água afundam” são rebatidos por agulhas que flutuam e insetos de água. O mundo natural não se comporta de maneira suficientemente regular, de modo a permitir discernir regularidades sem exceções, embora o sistema solar quase sirva como uma exceção. Como demonstrou a nossa discussão sobre as inovações de Galileu, em certo sentido a experimentação proporciona a resposta para esse problema. Podemos construir artificialmente situações físicas em que as regularidades do tipo humaniano obtém, por exemplo, que uma determinada mudança na força da corrente exposta por um amperímetro seja sempre seguida pelo mesmo deslocamento de um ponto numa tela fluorescente. (...) As provas que dão apoio às leis científicas são obtidas em situações experimentais artificiais, mas pressupõe-se que as leis assim identificadas apliquem-se também fora de tais situações. (CHALMERS, 1994, p. 91 e 92)

O experimento tratado neste trabalho é utilizado para o ensino de conceitos de Física, por isso não possui o mesmo caráter atribuído por Horácio e Chalmers

aos experimentos no âmbito do desenvolvimento da Ciência. No sentido de “experimento didático”, consideramos que “experimento” é todo fenômeno, natural ou artificial, em que um aprendiz pode observar uma lei natural estudada pela Física.

Há que se considerar uma diferença fundamental. O experimento didático serve como instrumento auxiliar do ensino, não se pretendendo, por meio dele, descobrir novas leis científicas, mas sim introduzir o aprendiz ao universo do conhecimento científico.

De certa forma, isso coloca ao aprendiz, em relação à sua vivência e a seu conhecimento, algo semelhante ao que se põe ao cientista para o estudo da natureza, no âmbito da construção da Física: observar e estudar a natureza (em nosso caso, os experimentos didáticos) e, analisando suas relações, organizar modelos mentais sobre tais fenômenos.

Ferreira (1978, p. 4) salienta a importância educacional das estratégias experimentais: “[...] o laboratório representa uma poderosa arma com a qual podem contar os professores para que seus alunos adquiram, com maior probabilidade e eficiência, determinadas habilidades e conceitos.” Os Museus e Centros de Ciência apresentam importância educacional e devem permear estratégias experimentais de professores para o ensino de física.

Para melhor entender a função educativa dos museus, apresentamos um episódio discutido por Federsoni Jr., que destaca o aparecimento dessa função nos museus, em 1984, no Museu do Instituto Butantan (FEDERSONI Jr *apud* GASPAR, 1993). Federsoni narra que o fato ocorreu na Semana da Criança de um determinado ano em que uma anaconda (sucuri) contraiu uma doença de pele. Os funcionários do museu responsáveis pela anaconda decidiram medicá-la sem retirá-la da exposição. No entanto, ficaram preocupados com a reação que os visitantes poderiam ter, principalmente as crianças. Por precaução, resolveram escrever um texto simples em linguagem coloquial explicando aos visitantes a atual condição sensível da anaconda, a fim de pedir a colaboração do público para que não a incomodasse e que voltassem a visitá-la para constatar se ela estava recuperando-se.

O resultado foi inesperadamente positivo: as crianças passaram a voltar ao museu para acompanhar a situação do animal. Com esse fato, funcionários do museu perceberam que seria uma boa estratégia utilizar uma linguagem que se aproximava mais do público, já que a linguagem científica dificilmente era

compreendida por leigos. A partir de tal ocorrência, a linguagem da comunicação com o visitante passou a ser, além da técnica, também a coloquial, com o detalhe de que esta partia de uma perspectiva do próprio animal exposto. Segue o exemplo de uma cobra verde e seu texto simulando um diálogo da cobra com o visitante:

"Eu sou a filó. Sou verde porque ainda não amadureci (foi só uma piadinha! hi! hi! hi!). Olha bem para mim! Você tem olhos? Eu, também! Você tem boca e nariz? Eu, também! Puxa, somos parecidos !!! E, ouvidos, você tem? Pois eu não tenho! Como toda cobra eu sou surda. Eu não ouço coisa alguma, mas sinto quando você chega perto de mim porque o chão treme. Eu sinto esse tremor pelo meu esqueleto em contato com o chão. Minha língua é bífida (dividida na ponta) e, com ela, consigo sentir cheiros que seu nariz humano não consegue (FEDERSONI *apud* GASPAS, 1993, p.23).

Os museus são também um agente de formação cultural valioso para toda a população. Openheimer, fundador do Museu Exploratorium², de San Francisco (EUA), destaca esse papel social do museu:

Certamente, muitas pessoas de todas as idades, incluindo físicos, tornam-se mais familiarizados com as ideias da Física através de visitas do que através de cursos tradicionais de ciências das escolas. O Exploratorium não é uma alternativa à escola, ele é um acréscimo e é concebido para alcançar objetivos educacionais e culturais que são difíceis de alcançar na escola (OPENHEIMER, *apud* GASPAS, 1993, p. 82).

Museus e centros de ciências, ao oferecem benefícios como experimentos didáticos, incentivo à curiosidade científica e conhecimento científico, promovem um processo de Alfabetização Científica.

Para Gaspar (1993), podemos entender como "alfabetizado em ciência" aquele que tem a capacidade de compreender e enfrentar a realidade e seus desafios, tais como: problemas de saúde, preservação do meio ambiente e questões de ordem política e social. Parte substancial da alfabetização científica ocorrerá na escola, porém o ambiente escolar enfrenta algumas dificuldades em contemplar determinadas características do processo como, por exemplo, acompanhar o explosivo desenvolvimento científico atual.

² O Exploratorium, fundado em São Francisco em 1969 "um museu inter e multidisciplinar que integra ciências, tecnologia e artes", na definição de Shaw. (SHAW, E. - The Exploratorium - Curator 15(1), 1972, p. 39-52 *apud* GASPAS, 1993, p. 14).

Outra limitação da escola reside em suas instalações, equipamentos e laboratórios, sempre restritos e orientados a suas aplicações pedagógicas. Mesmo que existam, sejam adequados e atualizados, dificilmente permitirão ou oferecerão espaço para atividades puramente qualitativas, informativas ou mesmo voltadas apenas para o encantamento e a emoção (GASPAR, 1993, p.38).

Gaspar (1993, p. 39) termina nosso raciocínio da seguinte forma: “Podemos concluir, portanto, que a alfabetização em ciências não pode depender apenas da escola, não só por todas estas razões como também porque muitos já não mais a freqüentam.”.

Desse modo, o processo de alfabetização científica que ocorre através do ensino formal de ciências (pelas escolas) deve ser complementado com outras atividades. Trataremos dessas atividades que não competem exclusivamente à escola, dentre outras, utilizando um termo proposto por Gaspar: “Ensino Informal”.

Reconhecida a necessidade de um ensino informal complementar ao formal, elegemos os museus e centros de ciências como instituições adequadas para prover tal tipo de ensino. É importante esclarecer que não propomos a substituição da escola pelo museu. Ambos desempenham papéis diferentes e necessários no processo de ensino de física.

1.1.1 Diferenças entre escolas e museus

A atividade educativa no museu realiza-se de forma diferente dos padrões formais da escola. Nesse sentido, o museu, enquanto local educativo, não tenta reproduzir o espaço escolar, mas sim complementá-lo; daí a pertinência da expressão “ensino informal” ou “educação não-formal”. De acordo com Marandino, citando Van-Praet e Poucet, é importante que as atividades em espaços não-formais (como os museus) não repitam o padrão escolar:

Existe uma certa propensão (...)nos serviços educativos dos museus a reproduzir, erroneamente, a escola no museu. Trata-se de uma tendência a copiar nos temas das exposições os programas escolares, transformar certos lugares de animação em sala de aula, alguns prospectos de visita em uma página de leitura ou substituir o papel de um animador por um professor, enquanto que a solução é a busca em termos de complementaridade e de parceria. Os erros anteriores apoiam-se sobre objetivos de educação efetivamente comuns à escola e ao museu, mas subestimam as especificidades da atividade cultural do museu, mesmo se certos

procedimentos, tais como aqueles advindos da didática, possam ser colocados em comum (VAN-PRAET e POU CET *apud* MARANDINO, 2001, p. 4).

Marandino discute inclusive o drama estabelecido na relação entre escolas e museus, destacando que os museus de ciência não devem moldar-se como uma extensão da escola, e que tampouco ela atrele a visita ao museu ao programa escolar:

Atrelar ou não a visita ao museu ao programa da disciplina escolar? Esta é uma questão que se coloca para o professor que quer ao mesmo tempo ensinar os conteúdos formais necessários, como também ampliar a cultura científica de seus alunos para além desses conteúdos. Esse, porém, é na verdade um dilema falso, já que o mais importante é a maneira pela qual a relação com o conhecimento é estabelecida. Assim, a perspectiva deve ser a de ampliação da cultura, mas estabelecendo relações com os conhecimentos que estão sendo trabalhados concretamente em aula. Para a escola, dois ganhos se dão: os conteúdos de aula se tornam mais dinâmicos e o aluno percebe diferentes formas de articulação entre os temas abordados (MARANDINO, 2001, p. 9).

Resumidamente, o ensino formal e o informal devem ser entendidos como complementares entre si.

Na medida em que os conceitos espontâneos são fruto da educação informal e os conceitos científicos da educação formal, a interação entre essas duas formas de educação depende basicamente da interação entre esses conceitos. Se essa interação é, como já discutido anteriormente, mutuamente enriquecedora, assim também será a interação entre a educação formal e informal. Em outras palavras, sob o ponto de vista do desenvolvimento cognitivo, o aluno tanto pode se beneficiar, na escola, do que aprendeu numa visita a um museu ou centro de ciências, como essa visita pode lhe ser muito mais produtiva em função do que tiver aprendido na escola (GASPAR, 1993, p. 81 e 82).

1.1.2 Os experimentos nos museus: possibilidades

É comum pensar que crianças não conseguiriam aprender Física, mas isso acontece porque nosso conceito de aprendizado de Física está intimamente ligado à matemática e a fórmulas.

[...] muita coisa pode ser ensinada com proveito em nível indutivo ou intuitivo, muito mais cedo. Noções básicas desses campos são perfeitamente acessíveis a crianças entre 7 e 10 anos de idade, desde que sejam separadas de sua expressão matemática e estudadas através de materiais que a criança possa manipular pessoalmente (FERREIRA, 1978, p. 5).

O interesse pelos experimentos é extremamente benéfico ao aprendizado. Como destacado por Ramos, trata-se de dar vazão aos interesses do observador:

Não é possível “gerar” interesse, mas somente despertar a atenção para um interesse já existente. Assim sendo, trataremos de interesses (do legítimo interesse!) e não de motivações, analisando seus aspectos positivos para a aprendizagem (RAMOS, 1990, p. 29.).

O ambiente do museu de ciências, além de despertar a curiosidade nos visitantes, foi concebido para propiciar a interação social. Tal característica, assim como a curiosidade, contribui positivamente para o aprendizado dos visitantes.

Gaspar defende que estimular condições para o desenvolvimento de interações sociais equivale a estimular o desenvolvimento cognitivo das pessoas participantes dessas interações.

Um ambiente que estimula o aparecimento de interações sociais é um ambiente onde o processo ensino-aprendizagem pode, efetivamente, se desenvolver, e um museu ou centro de ciências pode ser esse ambiente (GASPAR, 1993, p. 72).

1.1.3 Zona de Desenvolvimento Proximal

Gaspar cita em seu trabalho uma pesquisa cujo objetivo era reconhecer explicações causais de crianças de quatro a dez anos sobre a existência do ar, num enfoque piagetiano. O autor percebeu que era possível a ocorrência de aprendizagem como fruto da interação social entre as crianças engatilhada pela demonstração experimental.

Assim, decidiu-se reavaliar a pesquisa sob um novo objetivo: verificar o processo de aprendizagem que nasceu da interação social das crianças. A pesquisa foi elaborada através de entrevistas com grupos de três alunos de cada faixa etária. Sobre o experimento:

Ele é constituído por um recipiente transparente (vidro de maionese) fechado, vazio. Na sua tampa há dois furos: num deles é encaixado uma espécie de funil e no outro um tubo que se curva horizontalmente terminando por uma ponta fina (agulha de injeção). Essa ponta fina é dirigida a uma espécie de turbina que gira horizontalmente com facilidade, apoiada sobre um eixo vertical.

Quando se derrama água no funil ela entra no recipiente forçando a saída do ar pelo tubo recurvado, o que impulsiona a turbina fazendo-a girar (GASPAR, 1993, p. 89).

O propósito do experimento é mostrar que dentro do recipiente, aparentemente vazio, existe ar. Segundo Gaspar, Piaget acreditava que só a partir dos nove anos seria possível que uma criança formulasse corretamente uma hipótese levando em consideração a existência do ar. No entanto, Gaspar obteve resultados que diferiram das previsões de Piaget.

Nas entrevistas com os grupos de crianças de sete e oito anos de idade, Gaspar percebeu que elas atribuíram ao ar que estava dentro do frasco o movimento da turbina. Ou seja, indivíduos que, segundo as teorias de Piaget, não deveriam concluir a existência do ar, acabaram, como consequência de interações sociais entre si e com o professor, concluindo tal fato:

Ficou claro para nós que essas crianças foram além do seu nível de desenvolvimento cognitivo através dessa interação, o que, de acordo com a teoria de Vygotsky, pode ser explicado através do conceito de zona de desenvolvimento proximal. Passamos então a refletir sobre esse conceito, com o objetivo de utilizá-lo como instrumento para a compreensão do processo ensino-aprendizagem num centro de ciências (GASPAR, 1993, p. 90).

Os museus de ciências, ao realizarem um ensino (informal) que estimula a interação social, possibilitam que visitantes realizem relevantes aprendizagens através da *Zona de Desenvolvimento Proximal*, tornando-se, pois, um espaço muito valioso para o ensino.

Assim, as interações entre sujeitos mediadas pelos objetos que ocorrem no museu podem ser analisadas com base na teoria de aprendizagem de Vigotsky (1991). O conceito de zona de desenvolvimento proximal fornece elementos para essa reflexão. Para este autor, tal conceito corresponde a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (MARANDINO, 2001, p. 10).

METODOLOGIA

Visitamos museus observando-os e acompanhando as atividades educativas ali processadas. Registramos neste trabalho o que julgamos ser relevante para nossa pesquisa. Vale lembrar que nossos registros podem diferir da atual condição do museu por terem como fonte de informações nossas visitas e estas estarem sujeitas as condições do dia em que foram feitas.

2.1 Museus e centros de ciência

Para fins de estudo deste trabalho, visitamos os seguintes museus e Centros de Ciências:

- Em Rio Claro – SP:
Museu de Energia de Rio Claro, Usina Parque do Corumbataí, pertencente à Fundação Energia e Saneamento do Estado de São Paulo
Website: <http://www.energiaesaneamento.org.br/redemuseuenergia/museu.php?id=4>
- Em São Paulo – SP:
Catavento Cultural e Educacional, Organização Social de Cultura do Estado de São Paulo
Website: <http://www.cataventocultural.org.br/>
- Em São Carlos – SP:
Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) pertence à Universidade de São Paulo, vinculada à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária, ao Instituto de Física de São Carlos e ao Instituto de Química de São Carlos.
Website: <http://www.cdcc.usp.br/>
- Em Brotas – SP:
Fundação CEU - Centro de Estudos do Universo.
Website: <http://www.fundacaoceu.org.br>

Segue a descrição dos museus e centros de ciência visitados.

2.1.1 O Museu De Energia De Rio Claro

O Museu da Energia de Rio Claro - Usina Parque do Corumbataí – localiza-se na Rodovia Fausto Santomauro, no Km 03, em Rio Claro - SP, Brasil. CEP: 13500 – 970.



Foto 1

Museu da Energia de Rio Claro, Usina Parque do Corumbataí



Figura 1

A seta indica o município onde se localiza o Museu da Energia de Rio Claro, Usina Parque do Corumbataí, no Mapa do Estado de São Paulo.

(Fonte: Ramos, E. M. de F., 2012)

É uma fundação com *status* de Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) ligada à Secretaria de Energia.

As principais fontes de recursos do Museu são três: editais de projetos aos quais ela concorre como qualquer outra fundação; aporte financeiro anual das empresas Sabesp, AES Eletropaulo e CESP; e fornecimento energético. Também faz parte de sua política de sustentabilidade a bilheteria de visitação aos museus da Rede Museu da Energia.

O Museu de Energia oferece aos visitantes várias possibilidades de roteiros e oficinas para os grupos visitantes. Os roteiros são os seguintes:

- Convencional (Interdisciplinar);
- Meio Ambiente – Usinas;
- Usos da Energia – Uso Racional da Energia Elétrica;
- História;
- Eletrostática;
- Eletrodinâmica;
- Educação Infantil;
- Agricultura Orgânica e Hortas Domésticas.

E as oficinas são sobre:

- Eletrostática;
- Arte e Reciclagem Artesanal do Papel;
- Construção de brinquedos: trabalhando a energia mecânica.

Seu acervo possui como importante apelo o patrimônio histórico da Usina Hidrelétrica construída nos séculos XIX e XX.

Além disso, é possível ao visitante acompanhar as diferentes partes de uma usina geradora de energia através do uso da energia potencial/cinética da água, como o reservatório, as comportas e as unidades geradoras (transformadoras de energia cinética da água em elétrica) etc.

Segue a descrição da visita:



Foto 2
Entrada do Museu da Energia

Acompanhei um grupo (formado por alunos e professor) que escolheu o 'Roteiro Convencional' (na época, esse roteiro era o mais escolhido pelos grupos visitantes).

A visita começa no auditório com interações do tipo Observação através de uma apresentação de *slides* do monitor. Nos *slides* iniciais, o monitor explica o roteiro que foi escolhido para visita (que terá a seguinte ordem: auditório, maquete, lanche, barragem auxiliar (Ribeirão Claro), alameda dos eucaliptos, barragem principal, casarão, caixa de compensação, casa das máquinas e rios.

Após o plano de visita, os *slides* tratam da história da usina. O monitor, ao falar da história da energia elétrica e do início da iluminação elétrica no Brasil, cita a lâmpada de arco voltaico, que é apresentada e discutida com o Experimento da Faísca Elétrica.

Após a parte histórica, a apresentação passa a tratar sobre eletricidade. O monitor usa três experimentos para explicar os fenômenos físicos que ocorrem na usina até a geração de energia elétrica: o Motor de Indução; o *Looping*; e a Bobina de Indução.



Foto 3
Motor de Indução, por movimento de ímã



Foto 4
Looping

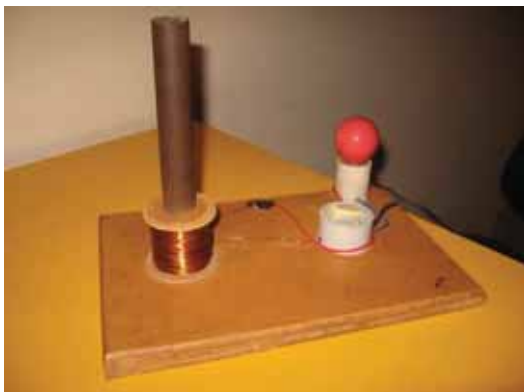


Foto 5
Bobina de Indução (Eletroimã) desligado

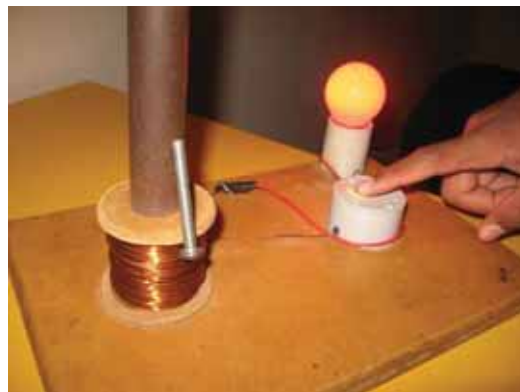


Foto 6
Bobina de Indução (Eletroimã) ligado

Com o uso desses experimentos, fica claro como ocorre a transformação de energia cinética em elétrica. O monitor reproduzia os experimentos enquanto os explicava para os visitantes. Algumas vezes permitia ou solicitava a participação ou reprodução dos experimentos por parte dos visitantes, sempre realizados, nessas condições, sob sua orientação.

Com o fim da apresentação de *slides*, os alunos são conduzidos até uma sala com uma maquete da usina. A maquete simula a Usina de Corumbataí fornecendo energia elétrica para uma cidade.

Após a atividade com a maquete, o monitor discute, com o uso de um painel, o consumo de energia de alguns eletrodomésticos comuns do seu cotidiano. Além disso, o monitor, usando o painel, explica como funciona os 'relógios' que calculam quanto de energia é gasto mensalmente nas casas. Após a explicação, fala sobre prudência nos gastos de energia elétrica, economia e desperdícios.

Depois da exibição da maquete, acontece uma pequena pausa para o lanche seguida por uma caminhada histórica (onde o teor da visita passa por um momento de interdisciplinaridade propiciado pelo espaço, tais como aspectos históricos, ambientais e físicos).

O primeiro ponto de parada é a barragem do Rio Corumbataí (Barragem Principal), onde são discutidas questões como poluição, desvio dos rios e o impacto ambiental, a importância da mata ciliar e a Mata Atlântica.



Foto 7
Barragem Principal

O segundo ponto de parada é o Casarão Eloy Chaves, que permite uma discussão histórica e ambiental (aproveitando para discutir a chaminé da antiga termoelétrica e os eucaliptos).

O terceiro ponto é a Caixa de Compensação, a partir da qual é discutido o sistema de alimentação das turbinas, como a transformação da energia mecânica em energia elétrica.



Foto 8
Tubulação da Caixa de Compensação (Diferença de energia potencial gravitacional)



Foto 9
Caixa de Compensação vazia



Foto 10

Canal da Caixa de Compensação. O canal que liga o Rio Corumbataí à Caixa de Compensação está vazio. Atualmente, só se encontra sem água quando está em manutenção

Quarto ponto: Casa das Máquinas. Esta atividade proporciona a oportunidade de ver as turbinas e os geradores em funcionamento.



Foto 11

Casa das Máquinas



Foto 12

Casa das Máquinas: turbina

O quinto ponto é o Encontro dos Rios, onde é explicado e apontado quais rios fazem parte da usina (Ribeirão Claro e o Rio Corumbataí)

O sexto ponto e último ponto é a Barragem Secundária. A visita termina nesta etapa, cuja função é o auxílio de um rio a outro rio para manter a caixa de compensação nivelada para a geração de energia. Também são discutidos os impactos ambientais decorrentes desta barragem.



Foto 13
Barragem Secundária

2.1.2 O Museu CATAVENTO

O Museu Catavento Cultural e Educacional localiza-se no Palácio das Indústrias s/n - Parque Dom Pedro II - Brás, São Paulo – SP – Brasil. CEP: 03003-060.



Foto 14

Catavento Cultural e Educacional, Organização Social de Cultura, do Governo do Estado de São Paulo

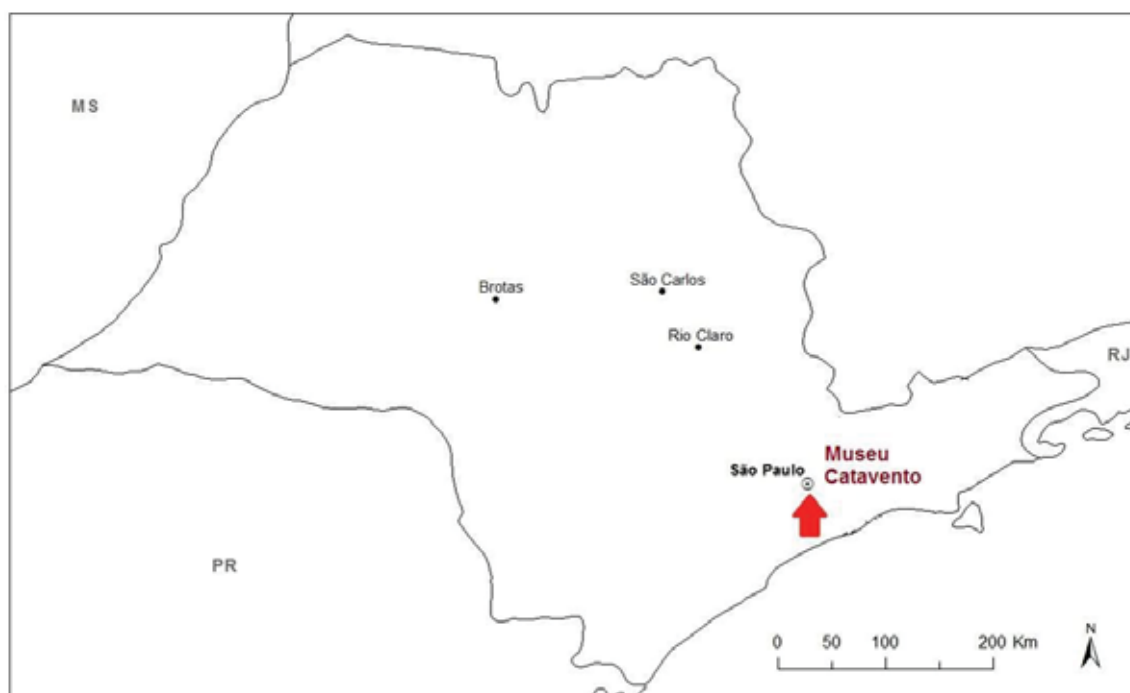


Figura 2

O Museu Catavento Cultural e Educacional, Organização Social de Cultura do Estado de São Paulo, (Fonte: Ramos, E. M. de F., 2012)

O Museu Catavento é dividido em quatro seções: Universo, Vida, Engenho e Sociedade. A análise desse museu limitar-se-á às seções Universo e Engenho.

- Universo

Os temas no setor Universo são: Homem na Lua, história da astronomia, observação do céu, meteoritos, sistema solar, estrelas, galáxias, interior da Terra, caverna, e paisagens terrestres.

A entrada dessa seção é composta por uma sala que simula uma visita à Lua. As paredes, o chão e o teto foram concebidos de tal maneira que o visitante tem a impressão de estar na própria Lua (fotos 15 e 16); de modo semelhante, em outra sala, o teto é como um céu noturno; porém, as constelações estão tracejadas (foto 17). Há, também, uma parede simulando telescópios, onde os visitantes podem fazer suas “próprias observações astronômicas” (foto 18).



Foto 15

Imagem na parede do museu Catavento



Foto 16

Imagem no chão do museu simulando o chão lunar.



Foto 17
Constelações no teto de uma sala, no museu Catavento.



Foto 18
Parede que simula telescópios, no mesmo museu.

Ainda nesta seção, podem ser vistos vários artigos, como réplicas representativas do Cruzeiro do Sul e do Sol, painéis informativos, um meteorito...



Foto 19
Arranjo simulando o Cruzeiro do Sul.



Foto 20
Meteorito real.

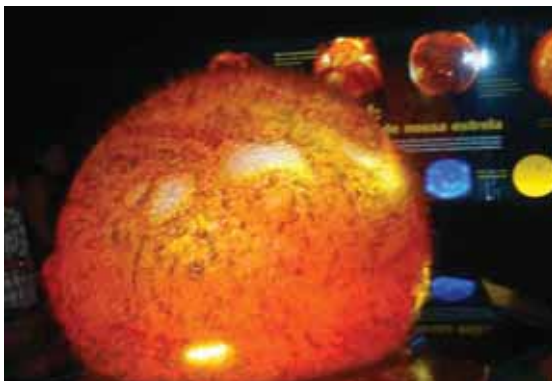


Foto 21
O Sol.



Foto 22
Painel sobre corpos celestes.



Foto 23
Painel sobre as Fases da Astronomia.



Foto 24
Planetas do Sistema Solar.



Foto 25
A imagem de nossa galáxia no chão.

- O Engenho

Esta seção do museu Catavento discute a natureza segundo o olhar da Física.

A Sala das Ilusões

Destina-se aos fenômenos físicos de ilusão e fenômenos óticos que “confundem” o cérebro. Para ilustrar esta subseção, elegemos o artigo abaixo.

**Foto 26**

Imagem aparentemente sem sentido.

**Foto 27**

Reflexo da Foto 26 em um cilindro, revelando a imagem distorcida.

Ainda na seção Engenho, encontra-se a sala mais procurada pelos visitantes do Catavento³.

³ Segundo informações dos monitores do próprio Museu Catavento. Ainda acrescentam que, não coincidentemente, também é a sala, alegada pelos visitantes, como a mais divertida.

2.1.3 Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC)

O Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) pertence à Universidade de São Paulo e vincula-se à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária, ao Instituto de Física de São Carlos e ao Instituto de Química de São Carlos⁴. Localiza-se na Rua 9 de julho nº 1227, Centro, São Carlos – SP – Brasil. CEP: 13560-042.



Foto 28

Imagem da fachada do Centro de Divulgação Científica e Cultural, da USP Campus de São Carlos
Fonte: Google Maps (acessado em 20/10/2012)

⁴ Dados retirados do site: <http://www.cdcc.usp.br/apresentacao.html> (acessado em 20/10/2012)



Figura 3

A seta indica o município onde se localiza o CDCC USP São Carlos, no Mapa do Estado de São Paulo,

(FONTE: RAMOS, E. M. de F., 2012)

O Museu CDCC é dividido em três espaços expositivos: Espaço de Física, Espaço Vivo de Biologia e Jardim da Percepção. Além desses espaços, há também o Setor de Astronomia, onde foi visitado por nós o Centro de Divulgação da Astronomia.

- Espaço de Física

Os fenômenos físicos são apresentados de maneira objetiva. Esse espaço dispensa grandes intervenções dos monitores devido ao caráter explicativo dos painéis que acompanham os experimentos.



Foto 29
Espaço de Física, CDCC
(Reproduzido de: [HTTP:// http://www.cdcc.usp.br/exposicoes/](http://www.cdcc.usp.br/exposicoes/))



Foto 30
Visitante interagindo com o Gerador de Van der Graff, CDCC



Foto 31
Visitantes lendo painel explicativo sobre o experimento, CDCC



Foto 32
Experimento em que o visitante utiliza alavancas para levantar o cilindro, CDCC⁵



Foto 33
Experimento em que o visitante, ao acionar um dispositivo, faz uma bola levitar devido à força eletromagnética, CDCC⁶

⁵ Imagem retirada do site: <http://www.cdcc.usp.br/exposicoes/fisica.html> acessado em 09/11/12)

⁶ Imagem retirada do site: <http://www.cdcc.usp.br/exposicoes/fisica.html> acessado em (09/11/12)



Foto 34

Imagem real formada por espelhos côncavos ⁷

- Jardim da Percepção

Os principais temas desta seção são Física e Biologia.

Aqui a proposta é um pouco diferente da do Espaço de Física. No Jardim da Percepção, os visitantes devem usar seus sentidos combinados com a manipulação direta para perceber o fenômeno. Em outras palavras, o fenômeno físico neste espaço é ligeiramente mais sutil do que no Espaço de Física, onde o tratamento era direto.

Os experimentos foram construídos ao ar livre e permitem grande interdisciplinaridade devido à forma com que foi concebida. Nesse espaço é possível associar Ciências a outras disciplinas.

⁷ Imagem retirada do site: <http://www.cdcc.usp.br/exposicoes/fisica.html> acessado em 09/11/12



Foto 35
Jardim da Percepção, CDCC



Foto 36
Monitora falando sobre experimento de física, CDCC



Foto 37
Visitantes no Jardim da Percepção contemplando a riqueza biológica do local, CDCC



Foto 38
Pequenos painéis em frente às plantas, atribuindo-lhes informações para os visitantes, CDCC

- Centro de Divulgação de Astronomia

Este espaço oferece a possibilidade, aos seus visitantes, de entender melhor conceitos astronômicos de distâncias e escalas. Dificilmente podemos entender estes conceitos nos livros didáticos devido à grande dificuldade de uma representação em escala. Porém, no Centro de Divulgação de Astronomia foi possível ter uma ideia, já que um arranjo planetário foi construído em escala ao longo do Centro. Além disso, pode-se aprender sobre a natureza dos eclipses, sobre o próprio CDCC e sobre o Observatório do Setor de Astronomia.



Foto 39
Fachada do Centro de Divulgação de Astronomia,
CDCC⁸



Foto 40
Esfera anilar, CDCC



Foto 41
Discurso do monitor no auditório sobre o CDCC



Foto 42
Observatório, CDCC

⁸ Reproduzido de: <http://www.cdcc.usp.br/cda/index.html> (acessado em 09/11/2012)

2.1.4 Centro de Estudos do Universo (FUNDAÇÃO CEU)

A Fundação CEU localiza-se na Rua Emílio Dalla Déa Filho, s/nº, Portão 4, Bairro Campos Elíseos, Brotas – SP – Brasil. CEP: 17380-000

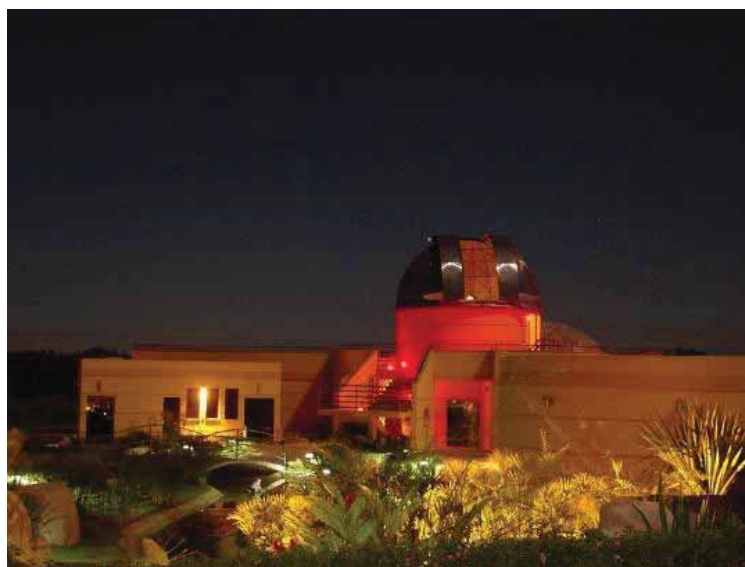


Foto 43
Fundação CEU – Centro de Estudos do Universo⁹

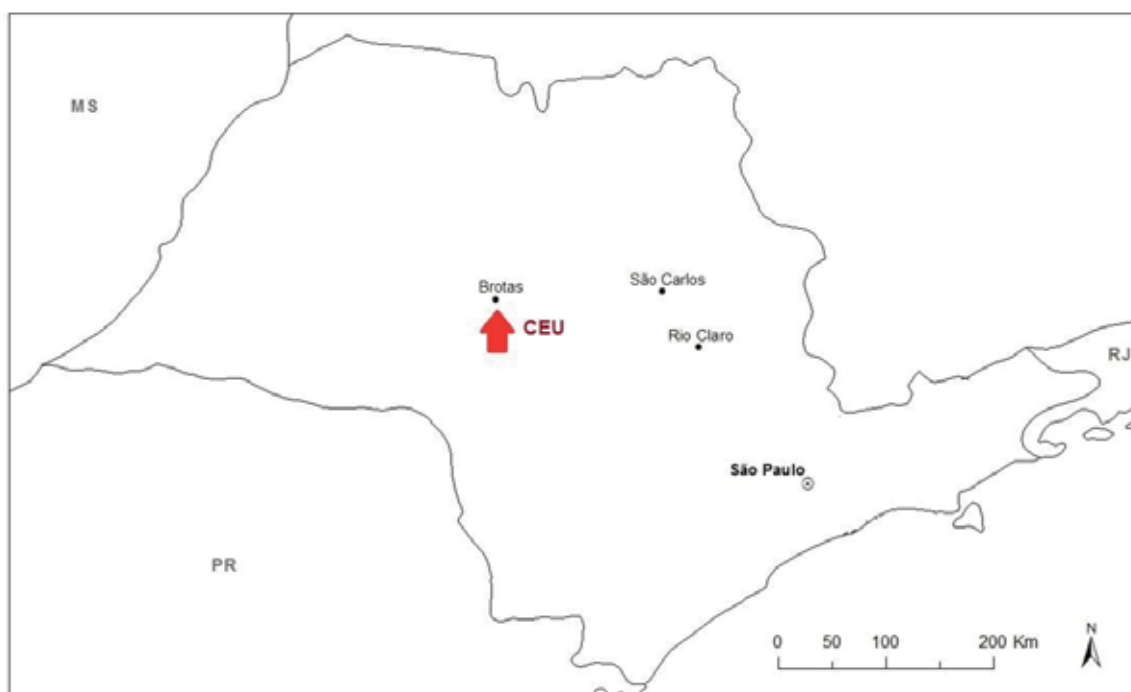


Figura 4
A seta indica o município onde se localiza o CEU – Centro de Estudos do Universo, no Mapa do Estado de São Paulo.
(Fonte: Ramos, E. M. de F., 2012)

⁹ Reproduzido de [HTTP://www.panoramio.com/photo/19319518](http://www.panoramio.com/photo/19319518), acessado em: 20/10/2012

A Fundação CEU trata de temas do ensino como Astronomia, Astronáutica e Geologia. Atualmente, conta com três projetos: Projeto Cosmos: Astronomia e Astronáutica; Projeto Gaia: Geologia e Paleontologia; e Projeto Vida: Biologia e Meio Ambiente.

Fizemos um esquema na Figura 5 representando a infraestrutura do CEU.



Figura 5

Esquema da estrutura do CEU

Adaptado do site: [HTTP://www.fundacaoceu.org.br/mais/estrutura-ceu/](http://www.fundacaoceu.org.br/mais/estrutura-ceu/) acessado em: 20/10/2012)

Segue um índice dos números mostrando com fotos o que são esses ambientes:

1 – Observatório



Foto 44
Observatório, CEU

2 – Laje de Observação



Foto 45
Laje de Observação, CEU¹⁰

3 – Base de Lançamento Marcos Pontes



Foto 46
Base de Lançamento, CEU



Foto 47
Torre de Lançamento, CEU¹²

5 – Alossauro



Foto 48
Alossauro, CEU

6 – Caverna



Foto 49
Caverna, CEU

¹⁰ Reproduzido de [HTTP://www.fundacaoveu.org.br/mais/estrutura-ceu/](http://www.fundacaoveu.org.br/mais/estrutura-ceu/) (acessado em 20/10/2012)

7 – Geo Show



Foto 50
Geo Show, CEU¹¹

8 – Salão de Oficinas



Foto 51
Salão de Oficinas, CEU

9 – Hall de Exposições



Foto 52
Hall de Exposições, CEU

10 – Cinedome



Foto 53
Cinedome, CEU

11 – Anfiteatro Multimídia



Foto 54
Anfiteatro Multimídia, CEU

12 – Astroshop



Foto 55
Astroshop, CEU¹²

¹¹ Reproduzido de <http://www.fundacaoceu.org.br/mais/estrutura-ceu/> , acessado em: 20/10/2012

¹² Reproduzido de <HTTP://www.fundacaoceu.org.br/mais/estrutura-ceu/> , acessado em: 20/10/2012

13 – StoneHenge



Foto 56
StoneHenge, CEU

2.2 Funcionamento da Máquina de *Wimshurst*

Escolhemos um experimento de um Museu para descrever: a Máquina de *Wimshurst*. Segue o seu esquema na Figura 6.

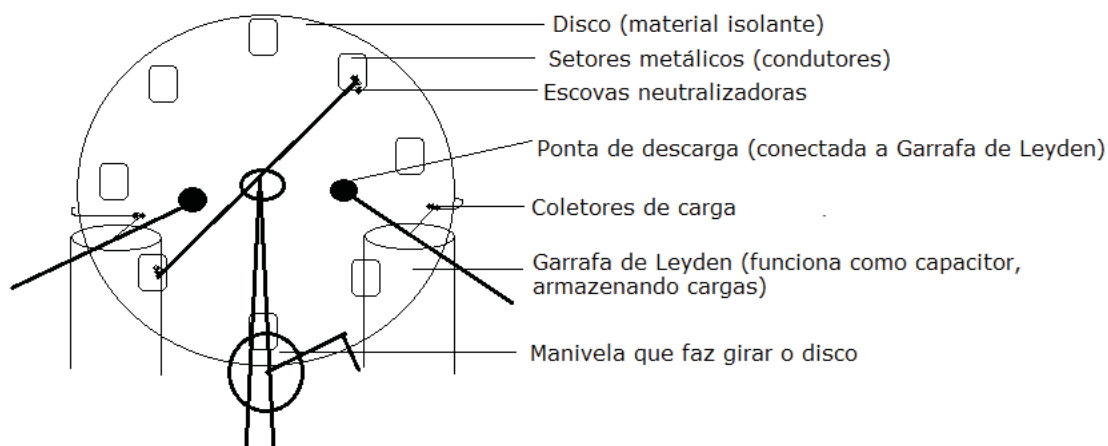


Figura 6
Esquema com componentes de uma Máquina de *Wimshurst*¹³

Observações importantes:

- As escovas neutralizadoras estão aterradas;
- Os coletores de carga estão ligados as garrafas de *Leyden*;

¹³ i Informações obtidas nos sites <http://www.coe.ufrj.br/~acmq/wimport.html> e http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Maquina%20Wimshurst.htm (acessado no dia 03/10/2012)

- Existem escovas neutralizadoras nos dois discos, porém a posição deles são perpendiculares.

Vale lembrar que a máquina é composta por dois discos que giram cada um em um sentido.



Foto 57

Sentido de rotação das placas, Catavento

Veja no esquema da Figura 7 (a seguir), onde C1 é o primeiro coletor de carga, e C2 é o segundo coletor de carga.

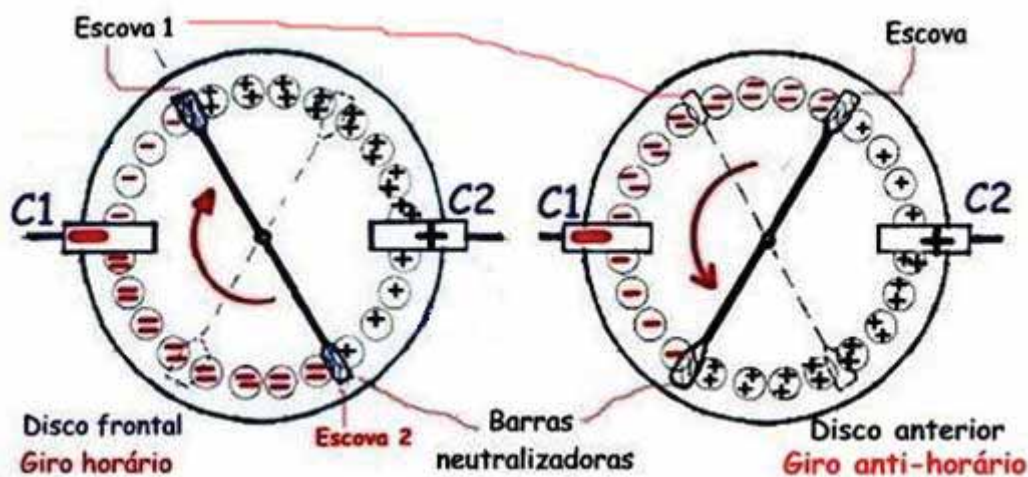


Figura 7

Disco da frente e disco de trás (respectivamente)

Reproduzida de:

http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Maquina%20Wimshurst.htm, acessado em 03/10/2012

Ao girar discos, o setor metálico encontra uma escova neutralizadora. Ao encostar nela, o setor metálico, que estava recebendo influência da carga dos outros

setores da placa oposta, poderá carregar-se por indução devido ao contato com a escova neutralizadora (que, por estar aterrada, poderá fornecer a carga). O efeito inicial dá-se pela carga residual na máquina e/ou carga gerada pelo atrito entre os setores metálicos e a escova neutralizadora (respeitando a série triboelétrica).

Após este setor metálico estar agora carregado, ele influenciará outros setores realimentando o efeito. As cargas nos setores vão crescendo exponencialmente devido a esse efeito e, ao passarem pelos coletores de carga, deixam neles parte de sua carga. A carga do coletor é armazenada na garrafa de *Leyden*; assim, as cargas continuam a crescer na garrafa até que haja perda por faiscamento nas pontas de descarga.

RESULTADOS

Em minha observação durante as visitas aos museus para este trabalho, pude perceber que tanto adultos (Foto 58) como crianças (Foto 59) divertem-se durante suas visitas.



Foto 58

Grupo de adultos interagindo com o experimento gerador *Van der Graff*, Museu Catavento (SP)



Foto 59

Criança interage com experimento sobre onda de choque de instrumento musical de percussão, Museu Catavento.

Observamos que o visitante se intriga com um experimento, buscando entendê-lo de maneira legítima, e não devido a qualquer método de “negociação” por vezes usado nos padrões formais de ensino.

Apesar de ambos os espaços, formal e informal, possuírem interação social, ela se sucede de maneira particular em cada ambiente. Características comuns nos ambientes de museus de ciências como o caráter informal, lúdico e qualitativo são

difíceis de encontrar-se em alguns processos formais de ensino que necessitam ser usados através de métodos quantitativos e sob caráter obrigatório e avaliativo.

3.1 Formas de Interação do visitantes em Museus

Nos museus e centros de ciências visitados, observamos diversas formas de exposição e apresentação. Em nossas visitas de estudo, procuramos identificar algumas delas a partir da forma de interação do museu com os visitantes. Percebemos que tais instituições seguem padrões quanto à interação. Analisando esses padrões, criamos seis classificações para modelar as observações feitas ao longo de nossa pesquisa:

- Observação;
- Observação Monitorada;
- Manipulação Direta;
- Vivência de Oficina ou Jogo;
- Teatro/Simulação;
- Visualização de Objetos do Cotidiano.

As formas de interação têm características em comum, não podendo ser completamente dissociadas umas das outras. Segue a descrição de cada uma:

- Interação tipo 1: Observação.

Neste caso, como nos casos mais comuns de museus com obras de arte, a função do visitante é observar uma “peça” ou uma “obra” interagindo apenas visualmente com ela. No caso dos museus ou centros de ciências, pode-se ainda dispor um organismo vivo desta forma. Tais situações estão ilustradas nas Fotos de 60 a 63.

**Foto 60**

Obra de Arte é um tipo de observação, como no caso da obra Palhaços na Gangorra, Candido Portinari. Museu Catavento

**Foto 61**

Máquinas são outro tipo de observação, como no caso visto em Casa das Máquinas do Museu da Energia de Rio Claro, Usina Parque do Corumbataí

**Foto 62**

Aquário é outro tipo de material para observação, como no caso visto neste Aquário do Catavento. Atente o detalhe na parte inferior direita da foto indicando não ser recomendável bater no vidro ou tentar interagir com os animais ali expostos

**Foto 13**

Painéis é outro tipo de observação, como no caso visto neste painel sobre Astronomia, Catavento

- Interação tipo 2: Manipulação Direta.

Neste caso o visitante pode manipular um material ou experimento, tanto no sentido de ver um fenômeno ou fazer uma verificação, como desenvolver uma atividade lúdica; pode também simplesmente ligar um botão ou girar uma manivela, obtendo assim respostas pré-determinadas. O material a ser manipulado conta com indicações de como proceder, como no caso da experiência sobre atrito apresentada na Foto 64 (a seguir).

Gaspar usa o termo *Hands-on Experiences* em seu trabalho, que ele define como:

Trata-se, em síntese, de objetos ou experimentos que podem ser manipulados pelos visitantes, tanto no sentido de ver um fenômeno

ou fazer uma verificação, como desenvolver uma atividade lúdica (GASPAR, 1993, p.48).

Acreditamos que o termo Manipulação Direta, criado por nós, seja semelhante ao termo *Hands-on Experiences*, criado por Gaspar.



Foto 64
Experimento de Atrito, Museu Catavento

- Interação tipo 3: Observação Monitorada¹⁴.

Existe também a visita monitorada, em que o monitor opera um experimento e explica-o ao visitante, como no caso da máquina de *Wimshurst*, no Museu Catavento (Foto 65, a seguir). Em algumas ocasiões, o monitor pode convidar um visitante para fazer uma participação no experimento ou até mesmo permitir que um visitante (ou grupo de visitantes) reproduza o experimento sob sua orientação e supervisão.

¹⁴ O monitor, sempre que julgar necessário, deve ajudar o visitante a operar adequadamente o experimento e fornecer-lhe informações sobre o mesmo. Porém, tal ajuda não configura Observação Monitorada.



Foto 65

Monitora operando uma Máquina de *Wimshurst*, Museu Catavento.

- Interação tipo 4: Visualização de Objetos do Cotidiano.

Em alguns casos, o centro de ciências não necessita de um experimento para demonstrar um fenômeno. Pode ser usado um aparato tecnológico, por exemplo, um motor de automóvel ou um forno de micro-ondas doméstico para a partir de então discutirmos conceitos científicos relacionados ao cotidiano do visitante, como ilustrado na Foto66.



Foto 66

Motor de combustão interna onde parte da carcaça é retirada de forma que se possa vê-lo aberto, em exposição, Museu Catavento

Objetos do cotidiano podem ser muito complexos, logo, é importante oferecer situações de discussões para que as pessoas tenham a oportunidade de entender melhor o mundo a sua volta. Tais discussões não devem se limitar à Física, já que oferecem por vezes grande potencial para combinação de conceitos segundo a perspectiva interdisciplinar.

- Interação tipo 5: Vivência de Oficina ou Jogo.

São os casos em que os visitantes, através de orientações, participam de uma oficina ou uma simulação. Nesse caso, a prática é considerada elemento de ensino por meio da construção de um experimento ou fazendo uma atividade, como ilustrado pela oficina de geologia da Fundação CEU (Foto 67).



Foto 67
Oficina para identificação de rochas, CEU.

- Interação tipo 6: teatro / simulação.

São os casos em que funcionários do museu fazem uma simulação ou teatro podendo (ou não) envolver os visitantes na participação. Também podem ser entendidos como interação Teatro/Simulação ambientes ou situações proporcionadas aos visitantes cuja interação tem por objetivo simular um lugar ou uma experiência.



Foto 68
Torre de Lançamento de Foguetes, CEU

3.2 Análise



Figura 8
Esquema representando as Formas de Interação

Podemos perceber, por exemplo, que os três círculos superiores (Visualização de Objetos do Cotidiano, Observação e Observação Monitorada) têm a visão como veículo de comunicação visitante-experimento, enquanto os três círculos inferiores (Teatro/Simulação, Vivência de Oficina ou Jogo e Manipulação Direta) têm o contato direto como veículo de comunicação entre visitante-experimento. Entretanto, essas características não são absolutas, podendo as interações assumirem características de outras, muitas vezes se confundindo. Por exemplo, na observação monitorada um visitante ou grupo de visitantes pode reproduzir o experimento sob orientação do monitor, algo muito semelhante à forma de interação Manipulação Direta.

Vale lembrar que os experimentos nem sempre definem o tipo de interação que o visitante fará com eles. A proposta de interação que o museu traça para seus visitantes com o uso de um determinado experimento é que determina o padrão de interação que os visitantes devem ter com ele. Ou seja, é possível que o mesmo experimento esteja disponível para interação de uma forma em um museu e de outra

forma em outro museu. Ainda é possível que o mesmo experimento varie sua forma de interação no mesmo museu em diferentes situações ou em tempos diferentes.

Uma característica comum a todas as formas de interação é o fato de que todas tratam de alguma maneira sobre o conhecimento científico e/ou suas aplicações. Essa relação com as Ciências:

- Desperta ou aumenta o interesse dos estudantes pelos estudos;
- Complementa conhecimentos estudados em sala;
- Traz novidades científicas ou novas formas de observar um fenômeno.

Analisando criticamente os experimentos dos museus, percebemos que há experimentos cujo aprendizado é “imediato” (dispensando maiores intervenções), e outros que requerem um maior auxílio. Essas intervenções ou auxílios aqui discriminados são referentes à interação social com o parceiro mais capaz requerida pelo visitante para alcançar a compreensão dos experimentos se possível de acordo com seu nível de desenvolvimento potencial.

Observamos que há experimentos que são conduzidos apenas por monitores, como por exemplo, a máquina de *Wimshurst*, que no museu Catavento é conhecido como Fábrica de Raios, enquanto existem outros experimentos que dispensam a presença de um monitor para assessorar. Por exemplo, pode-se citar uma grande esfera que fica antes mesmo de entrar no museu propriamente dito.



Foto 69
Máquina de Wimshurst (Fábrica de Raios),
Catavento



Foto 70
Esfera pesada que pode ser movimentada pelos
visitantes, Catavento

Os visitantes, antes de entrarem no museu, deparavam-se com esta grande, maciça e pesada esfera. Ao seu lado, havia a seguinte placa:



Foto 71

Placa ao lado da Grande Esfera, Catavento

Após ler a placa, o visitante consegue realizar o experimento com sucesso: girar a esfera. A própria placa explica ao visitante o fenômeno, dispensando a necessidade de um monitor. Podemos afirmar, portanto, que para este caso o parceiro mais capaz é a própria placa, que “interage” com o visitante, ensinando-lhe como executar o experimento e explicando-lhe o fenômeno.

Na “fábrica de raios”, por outro lado, todo o experimento é conduzido pelos monitores. O responsável prepara o experimento e mostra para os visitantes, explicando o funcionamento. Por se tratar de um experimento mais complexo que o anterior, a interação entre o aprendiz e o parceiro mais capaz deve ser muito mais rica e dinâmica, tendo agora de ser um monitor treinado para tal situação.

3.3O que acontece depois do experimento?

Novamente em relação ao experimento da grande esfera, após o sucesso do experimento e o aprendizado haverá visitantes que tentarão ir além da explicação da placa, querendo saber e entender os porquês do fenômeno. Esta curiosidade científica é indispensável na formação de um cientista. Esse é um ponto muito importante nas visitas aos museus.

É importante lembrar também que para alguns visitantes ir ultrapassar isso está além de suas capacidades cognitivas, ou seja, ele primeiro deve amadurecer mais antes de seguir para os níveis mais avançados.

Realizar o experimento e observar o fenômeno com sucesso às vezes gera um aproveitamento aquém do que o museu pode oferecer. Para usufruir de todo o potencial do museu, o aluno deve ter o espírito investigativo para seguir o aprendizado. Esse espírito deve ser fomentado na educação da criança, e o processo investigativo deve ter suporte em informações que serão fornecidas pelo professor e/ou monitor.

Por exemplo:

Entender a dependência do atrito com a água nestas condições e o peso da esfera não é simples, tampouco imediato, e demandará um esforço da parte do visitante para entender essas relações.

É importante que o professor discuta com os alunos os experimentos vistos nos espaços informais para que o visitante-aluno entenda a ciência por trás deles, e não se limite apenas às informações adquiridas nos museus, já que é possível que elas lhe deem uma sensação de respostas prontas e definitivas. Da mesma forma que insistimos que o ensino informal dos museus deve complementar o ensino formal da escola, este também deve complementar o ensino informal ocorrido nos museus.

(...) Há ainda trabalhos que focalizam as apresentações de experimentos por monitores. Um deles, exposto por Chambers, critica o excesso de explicações baseadas em respostas prontas e verdades definidas. Segundo sua autora, isto prejudica a compressão, por parte do visitante, de como se desenvolve o processo científico (GASPAR, 1993, p. 48).

É possível que alguns visitantes apenas visitem o museu querendo observar os fenômenos, contemplá-los, e se sentirem satisfeitos após o realizarem com sucesso. Porém, isso é uma visão muito limitada acerca do museu perante o grande potencial que ele tem a oferecer. Por exemplo, algumas crianças ao verem um experimento chamado “o segredo do voo” apenas apertam um botão e percebem que a asa sobe:



Foto 72

Asa subindo após receber vento do mecanismo, Catavento

Ao observarem isso, sentem-se satisfeitos e vão embora concluindo: “A asa sobe porque o vento bate nela”.

É bem verdade essa afirmação, porém o visitante deve ter a curiosidade de seguir e entender porque o vento faz a asa subir. Nesse caso, no roteiro ao lado do experimento (como pode ser observado na imagem), há a explicação do fenômeno.

Um ponto observado nas visitas é que muitos visitantes vão ao museu com o intuito de ver tudo na primeira visita, o que faz com que ela perca muito do que o museu tem a oferecer. Evidencia-se a importância da escola e do professor na organização de um roteiro coerente com o tempo de visita, limitando o número de experimentos, mas maximizando a interação com cada um deles; e na elaboração de atividades que façam os alunos irem além do simples fenômeno observado e forneça infraestrutura para o aprendizado do aluno, sempre auxiliando e sanando suas dúvidas (complementando a função dos monitores).

3.4 Observações Das Visitas

Os museus visitados são interativos, interdisciplinares e contextualizados com o cotidiano. Os monitores, em seus discursos, usam elementos para unir vários assuntos com os experimentos e para se aproximarem do cotidiano dos visitantes. Contudo, é necessário refletir se os monitores estão capacitados suficientemente para o ofício. Os museus que visitei não fornecem um curso preparatório para os monitores ingressantes ou veteranos. Também não existe um pré-requisito formal

(como exigência de licenciatura na área específica na qual ocorrerá o trabalho) na contratação do monitor.

Acompanhando um monitor e seu discurso para um grupo de crianças, foi possível notar falta de preparo: as explicações às vezes deixavam a desejar. O monitor falando sobre a Lua citou a experiência de Galileu quando lá foi realizada; o problema foi que o monitor não explicou o porquê dessa experiência ter sido feita na lua. Outro problema identificado foi a qualificação da Lua como fria, sendo que não é totalmente verdade, como podemos ver na tabela a seguir¹⁵:

Tabela 1

Temperatura mínima na superfície	-233 °C
Temperatura média na superfície (dia)	107 °C
Temperatura média na superfície (noite)	-153 °C
Temperatura máxima na superfície	123 °C

Essa falta de preparo dos monitores é refletida nos visitantes fornecendo-lhes informações distorcidas e superficiais, já que muitas vezes só as repassam sem discuti-las.

Apesar de essas situações ocorrerem, isso não significa que devemos abandonar as visitas aos museus:

Nesse sentido, parece-nos claro que indagações sobre que tipo de ciência se pretende divulgar, dúvidas a respeito da possível aquisição de concepções errôneas, ou ainda preocupações em relação a prejuízos que uma abordagem lúdica possa provocar, são irrelevantes. Isto porque, sob o ponto de vista da teoria de Vygotsky, o processo de aquisição da ciência ou dos conceitos científicos é um processo cognitivo que, obviamente, não se completa numa visita a um centro de ciências. É possível que um visitante do La Vilette saia de lá convencido do poderio da indústria francesa e que este seja o real objetivo dessa instituição. Isto, entretanto, não impede que ele tenha adquirido também noções ou informações que se tornem pseudoconceitos, podendo ser o ponto de partida de futuras concepções verdadeiramente científicas (GASPAR, 1993, p. 80).

Sem um programa para definir as metas e sem o devido embasamento teórico, os visitantes apenas realizarão relações de causa e efeito nos experimentos sem realmente entender a Física neles envolvida. Fornecer suporte para o

¹⁵ reproduzido de: <http://www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/moon.htm>, acessado em 23/07/2012

aprendizado e apontar o caminho correto deve ser o papel dos monitores e da escola.

Assim, concluímos que é importante a união escola-museu para que tanto um quanto o outro se beneficiem para o real aprendizado de ciências. Cabe lembrar que existe um limite; haverá casos nos quais não é possível para a criança avançar para além de relações simples de causa e efeito, entretanto isso não significa que não houve aprendizado. Muito pelo contrário, significa que a criança aprendeu o máximo que pôde para o seu nível de desenvolvimento cognitivo. O que os professores não podem deixar ocorrer é que, por negligência, a criança preparada para evoluir seus conceitos não encontre condições para isso, interrompendo assim seu processo evolutivo.

É importante também entender que o museu é uma poderosa ferramenta para despertar a curiosidade científica nos alunos e realizar o ensino informal de ciências.

Neste trabalho também percebemos a importância da interação social no aprendizado (através dos conceitos de *Zona de Desenvolvimento Proximal*) e a importância dos roteiros, que guiarão os visitantes rumo ao caminho da investigação científica. Verificamos também a importância dos monitores e em que aspectos sua presença e formação devem ser priorizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todas as visitas, em museus de estilos diferentes e com diferentes formas de interação, uma característica permanece comum: a interação social.

Facilmente percebemos que os experimentos muitas vezes atingem os alunos em um nível emocional, ora os surpreendendo, ora os encantando. Seja como for, essa ligação entre o visitante e o experimento desperta interesse e fornece conhecimento científico, alfabetizando cientificamente os visitantes.

O ambiente também propicia a interação social, além da curiosidade e do conhecimento. É interessante observar que essas três características estão associadas entre si, e que o visitante, uma vez interessado e em um ambiente propício, buscará respostas para suas perguntas de todas as maneiras possíveis: questiona a si próprio e o quê e quem está à sua volta.

Ao levantar essas questões, encontra ao seu alcance cartazes explicativos, colegas de sala, colegas mais experientes, familiares, professores, monitores e outros visitantes... Todos eles podem interagir com o visitante interessado. E ele, que estava a raciocinar buscando soluções para suas dúvidas, passa agora a receber novas ideias de diferentes fontes, novas ideias conectam-se a seu conhecimento prévio formando novos conhecimentos, novas ideias e estabelecendo novas conexões. O conhecimento atinge estágios cognitivamente mais evoluídos devido à *Zona de Desenvolvimento Proximal*.

Concluimos com este trabalho que a escola (ensino formal) deve usar os museus (ensino informal) para um ensino de ciências mais rico. Mas vale lembrar que para isso é necessária "(...) uma postura responsável em relação à educação informal, portanto, demanda planejamento, pesquisa, análise e reflexão e jamais poderá ser considerada cômoda ou mesmo descompromissada quanto aos seus objetivos" (GASPAR, 1993, p. 81).

BIBLIOGRAFIA

CHALMERS, A. F. **A fabricação da Ciência**. São Paulo: EDUNESP, 1994

FERREIRA, N. C. e RAMOS, E. M. de F. **Cadernos de instrumentação para o ensino de física**: eletrostática, Rio Claro: UNESP/IB, 2008.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira** – um ensaio sobre a instrumentação no Ensino Médio de Física. Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1978.

GASPAR, A. **MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS - CONCEITUAÇÃO E PROPOSTA DE UM REFERENCIAL TEÓRICO**. Tese para obtenção do título de doutor na área de Didática, USP: São Paulo, 1993.

MACEDO, H. **Dicionário de Física Ilustrado**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1976

MARANDINO, M. INTERFACES NA RELAÇÃO MUSEU-ESCOLA, **Caderno Catarinense de Ensino de Física** v. 18, n.1: p.85-100, abr. 2001

RAMOS, E. M. de F. **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**, dissertação (mestrado), USP: São Paulo, 1990

RAMOS, E. M. de F.; TEIXEIRA, M. E. F.; PINTO, D. A. e BENETTI, B. **Roteiros da Usina Pedagógica**. Publicação Avulsa. Museu da Energia Usina-Parque do Corumbataí: Rio Claro, SP, 7/11/2005.

SARTORELLO, J. H., **O Experimento e o Lúdico**: reflexões sobre atividades didáticas experimentais para o Ensino de Física e a ludicidade, TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – LICENCIATURA EM FÍSICA, IGCE UNESP RIO CLARO, 2011

SCHROEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 89-94, (2007)