

# ILUSÕES VIRTUAIS: SOBRE O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A EXPLORAÇÃO DE ILUSÕES DE ÓTICA EM UM MUSEU

## VIRTUAL ILLUSIONS: USING LEARNING OBJECTS FOR OPTICAL ILLUSION EXPLORATION ON A MUSEUM

Diego Vaz Bevilaqua<sup>1</sup>, Juarez Silva de Araújo<sup>1,2</sup>, Eduardo Oliveira R. de Souza<sup>1,2</sup>, Anna Karla S. da Silva<sup>1</sup>, Paulo H. Colonese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz

<sup>2</sup>Instituto de Física/Universidade Federal do Rio de Janeiro

### Resumo

No presente trabalho, exploramos as possibilidades de uso de objetos de aprendizagem em uma exposição interativa de um museu de ciências. Aliando práticas de educação não-formal a novas tecnologias de aprendizagem, construímos uma proposta de uso integrado de objetos de aprendizagem num roteiro interativo e não-linear dentro de um museu de ciências. Sugerimos que esses objetos, incorporados com frequência ao uso de novas tecnologias em sala de aula e a ambientes virtuais, como a Internet, podem ser adaptados e utilizados em contextos museais. Mais especificamente, apresentamos nossa experiência no desenvolvimento do projeto “Ilusões Virtuais” do Museu da Vida, centro interativo de ciência da Fiocruz. Nesse projeto, utilizamos ilusões como objetos de aprendizagem para integrar os ambientes interativos multidisciplinares de percepção e visão já existentes no circuito de visitação do Museu da Vida. A proposta político-pedagógica do museu é apresentada e os princípios de elaboração dos objetos são construídos a partir delas, priorizando a interatividade, a multidisciplinaridade e a contextualização sócio-histórica. Assim, buscamos uma interatividade de alto grau na manipulação e desconstrução das ilusões de ótica. As possibilidades de uso cooperativo desses objetos são apresentadas, levando em conta a necessidade de valorizar a exploração livre das ilusões de ótica. Por fim, apresentamos algumas telas de aplicativos já desenvolvidos, que trabalham ilusões como a de Ebbinghaus, de Müller-Lyer e os Discos de Benham, exemplificando os objetos desenvolvidos. Esse trabalho é parte do projeto de Iniciação Científica de dois estudantes de licenciatura em física – Juarez S. de Araújo e Eduardo O. R. de Souza – realizado no Museu da Vida.

**Palavras-chave:** museus de ciência, novas tecnologias, objetos de aprendizagem, ilusões de ótica, educação não-formal

### Abstract

On this work, possibilities of the use of learning objects on an interactive exhibition of a science museum are explored. A proposal of integrated use of learning objects within an interactive and non-linear visit on a museum is formulated from non-formal education practices and learning technologies. Those objects that

are common in classrooms and virtual environments can be adapted and used on museum contexts. The case of the project “Virtual illusions” of *‘Museu da Vida’* – Museum of Life is presented, an implementation of learning objects within the framework of museum. On this project, virtual optical illusions are being developed as learning objects in order to integrate the interactive multidisciplinary modulus of perception and sight that already exists in the museum. The political-pedagogical project of the museum is presented so the design principles of the objects are build upon them, emphasizing the interactivity, multidisciplinary and social-historical context. That way, a high level of interactivity is aimed allowing for the deconstruction of the optical illusions. Possibilities of cooperative use of the applications are investigated, considering the need of a free exploration of the optical illusions. Furthermore, some screenshots are presented of the already developed applets (Ebbinghaus illusion, Müller-Lyer illusion and Benham discs). This work is part of a Junior Researcher fellowship from two students of physics (Juarez S. de Araújo e Eduardo O. R. de Souza) within the *‘Museu da Vida’* - Museum of Life.

**Keywords:** science museum, new technologies, learning objects, optical illusions, non-formal education

## 1 - Introdução

Popularizar a ciência é facilitar a apreensão e a apropriação da ciência e de suas tecnologias pelo público a partir de sua realidade e de seus saberes (Germano e Kulesza, 2007). Nessa perspectiva, os recursos digitais são tanto um meio quanto um fim nesse processo de apreensão, reflexão e ação. Eles podem ser ferramentas eficazes para que essa mediação ocorra e, ao mesmo tempo, ser um fim, à medida que auxiliam na transposição de barreiras tecnológicas e comunicacionais, permitindo uma participação mais ampla de diferentes atores sociais em processos importantes de tomada de decisões.

Nesse contexto, a inclusão digital assume um significado particular. Incluir não significa aqui simplesmente inserir, de forma passiva, uma população excluída em uma lógica de mercado. Incluir significa associar, de forma ativa e crítica, a realidade cotidiana do sujeito – prática e material – a um conjunto de tecnologias e conhecimentos que permeiam a sociedade. Assumindo essa concepção, a inclusão digital dá sentido prático e significativo às técnicas e tecnologias disponíveis e apropriadas pela sociedade, tornando-se uma importante aliada no movimento de popularização da ciência. Assim, a popularização científica e a inclusão digital formam pilares que se retroalimentam para fomentar a participação democrática e efetiva dos cidadãos em todas as esferas da vida em sociedade.

Nesse sentido, o projeto “Ilusões Virtuais” do Museu da Vida busca um novo paradigma de utilização de novas tecnologias em museus e centros de ciência e a inclusão digital efetiva por meio do uso de objetos de aprendizagem. Este trabalho, em particular, propõe o uso integrado de determinadas ferramentas, linguagens e conteúdos na visita ao Museu da Vida, centro interativo de ciência da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

O Museu da Vida tem como missão promover a educação, divulgação e comunicação nas áreas de ciência e da saúde. Entre os seus principais objetivos

estão estimular vocações científicas, apoiar a modernização das ações educativas em ciências e ampliar o engajamento da população em questões ligadas à ciência, tecnologia e saúde. Para atingir tais objetivos, o museu conta com exposições permanentes, atividades interativas, multimídias, teatro, vídeo e laboratórios, concebidos de forma lúdica e criativa (Mahomed, 2003), a partir de ações que valorizam a interatividade e a mediação humana.

O Museu da Vida é considerado um elo importante entre a Fiocruz e a sociedade, sobretudo entre a entidade e as comunidades carentes do entorno, integrando ciência e cultura a partir de alguns temas que lhe são caros: saúde como qualidade de vida, intervenção do homem sobre a vida e a vida como objeto de conhecimento. Assim, busca mostrar que o saber científico e as inovações tecnológicas estão estreitamente relacionados com o cotidiano das pessoas (Bonatto et al, 2007).

A visita ao Museu da Vida é caracterizada pela interatividade de suas exposições e demais atividades, pela contextualização histórica e científica dos temas abordados nas mesmas e pela mediação humana em todo o percurso. Ao longo da visita, procura-se sensibilizar o visitante em relação aos temas propostos, seja pela interação com os equipamentos, pela interação com o mediador ou pela interação entre o grupo visitante. Desta forma, o Museu da Vida busca associar os referenciais em educação que compõem a sua proposta político-pedagógica, combinando a construção ativa do conhecimento – colocando o visitante como sujeito de sua experiência dentro do museu –, a construção coletiva – estimulando os integrantes dos grupos a colaborarem e interagirem entre si, trocando experiências e sensações durante a visita – e a construção contextualizada – tendo o mediador como figura-chave da articulação de um discurso comum do grupo por ele mediado, discurso este que associa a experiência museal às interpretações pessoais e contexto sócio-histórico. Como afirmam Bonatto, Seibel e Mendes (2007): “Assim, o mediador deve estimular a fala, construindo argumentações, ouvindo, cooperando, permitindo o tempo para que se dê a construção do conhecimento entre todos, diante de si e diante da vida”.

## **2 - Educação não-formal em museus de ciência**

Segundo Moreira (1999), a educação científica tem por objetivo compartilhar significados e auxiliar na interpretação do mundo, inserindo o ponto de vista das ciências; fornecer como ferramenta conceitos, leis e teorias científicas; focar problemas a partir do raciocínio científico e auxiliar na identificação de aspectos históricos, sociais e culturais das ciências. Para Queiroz (apud Gouvêa, Marandino e Leal, 2003), a educação em ciências não se limita mais ao contexto estritamente escolar. A educação não-formal é praticada em museus de ciências, revistas, jornais e em inúmeros programas veiculados pela mídia. As iniciativas neste campo procuram atender a demandas crescentes de uma sociedade cada dia mais inserida em um ambiente científico-tecnológico, embora devamos reconhecer que o acesso à ciência não está distribuído igualmente, de forma socialmente justa, entre os seus cidadãos.

No que se refere à relação escola-museu, este último possibilita uma abordagem mais ampla e multidisciplinar dos temas presentes no currículo escolar,

como ressaltam Cazelli e Coimbra (2008, p.7): “A maioria dos professores considera o museu como local de aquisição de conhecimento, tanto vinculado ao conteúdo programático quanto abordado de forma interdisciplinar”. Para Sepulveda-Köptcke (2007), existem três tipos de relação entre as escolas e os museus: “coabitação”, “colaboração” e “complementaridade”. Estas relações coexistem de acordo com as características de cada instituição museal e de acordo com os interesses dos envolvidos.

Segundo Rocha, Lemos e Schall (2007), embora os museus de ciências contem geralmente com ambientes agradáveis e motivadores, as possibilidades de aprendizagem nesses espaços acabam sendo dificultadas pelo tempo reduzido que o visitante tem para interagir com os aparatos científicos. Somos, portanto, convidados a refletir sobre as limitações de aprendizagem nos museus de ciência e sobre seus reais objetivos e possibilidades, valorizando o seu papel de promover a motivação intrínseca para um real aprofundamento no campo da ciência, o qual deverá extrapolar as barreiras físicas do museu de ciência.

No intuito de oferecer ao público uma experiência de aprendizagem mais significativa, a visita ao Museu da Vida é centrada na figura do mediador, profissional responsável pela mediação entre o visitante e os diversos saberes contidos no espaço museal. É o mediador que responde pela contextualização dos objetos em relação ao público. É esse personagem que deve compatibilizar os diversos discursos ali presentes – dos públicos, da instituição e dos aparatos envolvidos – para a construção de um novo discurso no qual todas as vozes estão incluídas. Embora esse processo não reproduza os caminhos escolares da construção do conhecimento – devido às limitações de tempo, à sobreposição hierárquica da espontaneidade sobre o programado, a maior heterogeneidade de seus participantes, entre outras razões –, ele pode contribuir para a motivação intrínseca de seus participantes e para a formação de pré-disposições favoráveis à aprendizagem.

### **3 - Objetos de aprendizagem**

O conceito de objeto de aprendizagem (*learning object*) veio à tona no final da década de 1990 com a finalidade de construir repositórios de materiais didáticos computacionais, ou seja, recursos digitais para educação (Wiley, 2000). Eles surgiram como uma proposta de paradigma na elaboração de materiais instrucionais que seriam devidamente catalogados e disponibilizados para que os usuários (instrutores e aprendizes) equacionassem melhor tempo e dinheiro na preparação de seus cursos e processos instrucionais.

A definição do Learning Technology Standards Committee (IEEE, 2002) é: “objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada por tecnologia”. Incluem conteúdos multimídia, imagens, aplicativos, páginas web, textos, vídeos, simulações, software instrucional, jogos, equipamentos, brinquedos etc.. É conveniente, no entanto, limitar o escopo e trabalhar apenas com objetos de aprendizagem que são produzidos ou distribuídos por meio computacional (Barroso, Bevilaqua e Felipe, 2009).

Um conceito fundamental é o de granularidade, ou seja, o quanto recombinável o objeto é, ou o quão simples é utilizá-lo em diferentes contextos associado a diferentes objetos (Barroso, Bevilaqua e Felipe, 2009). Fazendo uma analogia, OAs podem estar dispostos como átomos (OAs de alta granularidade), que permitem uma grande variedade de combinações entre si. Ou podem ser como macro-moléculas (OAs de baixa granularidade), entidades complexas, porém com menor capacidade de recombinação. Dessa forma, se houvesse um conjunto de objetos instrucionais reutilizáveis e de alta granularidade, como componentes individuais, o passo da decomposição já estaria dado, aumentando a eficiência do processo (Wiley, 2000).

Uma das distintas possibilidades que o uso do computador nos oferece em relação às tecnologias de comunicação tradicionais é a de permitir uma forte interação entre a informação e o seu receptor. Esta interação ocorre de forma totalmente diferente e nova. Altamente interativas, as novas tecnologias digitais permitem ao aluno configurar, medir e alterar os parâmetros ou modelos apresentados e observar e dialogar com os resultados através de diferentes representações simultâneas (Bodemer e Faust, 2006) e visualizações não possíveis de outra forma (Gilbert, 2005).

Os objetos de aprendizagem têm, portanto, o potencial de estimular o engajamento, a curiosidade e a criatividade do público e de estimular professores e educadores a usar esses recursos dentro de ambientes formais de educação.

#### **4 - Objetos de aprendizagem em museus**

Tendo em vista o caráter não-formal da aprendizagem ocorrida dentro dos museus de ciência, os objetos de aprendizagem não-digitais são frequentemente empregados em seu circuito de visitação. Esses objetos são aparatos reais, interativos, que permitem que o visitante realize sua visita de forma única, escolhendo seu próprio roteiro e caminho de aprendizagem. Segundo Valente (2002), para que efetivamente ocorra essa aprendizagem ativa por parte do visitante, é fundamental uma interação com os objetos das mais amplas formas. Desta forma, os museus de ciências constituem-se em locais de grande interatividade entre o público e o objeto, o objeto e o público e o público e o mediador (Bevilaqua, 2009).

Com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade vem passando por diversas transformações, inclusive na sua forma de agir e pensar. Esses avanços e transformações geraram mudanças paradigmáticas no ensino de ciências (Barroso et al, 2006). Um dos principais adventos da revolução tecnológica, a Internet está no cerne dessas mudanças. Trata-se de uma grande ferramenta para a educação e divulgação científica e para a pesquisa acadêmica nesse e em todos os campos do conhecimento. Se os museus pretendem ser o espaço onde o conhecimento científico dialoga mais diretamente com a sociedade, esse diálogo deve explorar todas as potencialidades que as novas tecnologias trazem.

Nesse contexto, os objetos de aprendizagem desempenham papel fundamental no espaço museal, onde a visita dá-se de forma livre, interativa e não-linear. Permitem também vislumbrar as melhores formas de fundir o espaço do

museu ao espaço virtual e de aproveitar os novos paradigmas da chamada “web 2.0” no âmbito dos processos de aprendizagem ocorridos em um ambiente museológico.

## 5 - Ilusões de ótica e saúde da visão

As ilusões revelam nossas limitações perante a realidade percebida pelos nossos sentidos. Através do mito da caverna, Platão exemplificou essa condição humana. Segundo o mito, em uma caverna vivem prisioneiros que estão de costas para a sua entrada, de modo que não conseguem ver a realidade fora da caverna. Tudo o que os seus sentidos capturam e sabem interpretar são as sombras projetadas na parede da caverna e os ruídos das pessoas que passam por sua entrada. Como permanecem nessas condições a vida toda, os prisioneiros têm como realidade as sombras projetadas nas paredes das cavernas.

Para Baldo (2003), o objetivo de Platão com essa metáfora foi mostrar as limitações da realidade perceptiva impostas pelos nossos sentidos. Na verdade, aquilo que nós podemos perceber, conhecer ou vivenciar depende não só da realidade com a qual lidamos, mas dos recursos de que dispomos para isso: nossos órgãos sensoriais e nosso sistema nervoso. Nossa percepção da realidade é sempre mediada. Somos capazes de enxergar apenas uma estreita faixa do espectro eletromagnético, que chamamos de luz. Somos capazes de ouvir vibrações mecânicas compreendidas em uma estreita faixa de frequências, que chamamos de som. Somos apenas mais uma dentre milhares de espécies animais. Cada uma delas desenvolveu um aparelho perceptivo específico, capaz de detectar uma gama específica de estímulos provindos do mundo em que vive. Cada espécie, inclusive a humana, percebe uma parcela diferente desse mundo. Nossos mecanismos perceptivos foram sendo moldados ao longo do processo evolutivo, sendo seu valor adaptativo o juiz responsável pela adição, permanência e exclusão de perceptos da bagagem cognitiva da espécie.

Reforçando essa ideia, Lent (2001) levanta a seguinte questão:

“Existem, portanto, dois mundos na natureza: o mundo real, e o mundo percebido. Serão iguais, o segundo um reflexo do primeiro? Ou diferentes, um e outro com distintos atributos? Novamente, a resposta que as neurociências trazem a essa questão antiga surpreenderá o senso comum: o mundo percebido é diferente do mundo real. Duas pessoas não percebem do mesmo modo uma obra musical. Além disso, a mesma pessoa não perceberá igualmente a mesma música se a ouvir em momentos diferentes de sua vida. Há duas razões para isso.

Primeiro, as capacidades sensoriais dos neurônios auditivos são ligeiramente diferentes nos diferentes indivíduos, tanto porque o seu genoma é distinto, como porque foram submetidos a diferentes experiências e influências ambientais. Segundo, o mesmo indivíduo atravessa diversos estados fisiológicos e psicológicos ao longo de um dia e ao longo da vida, e esses estados – níveis de consciência, estados emocionais, saúde, doença – são capazes de modificar as informações que os sentidos veiculam, provocando percepções diferentes.”

Um dos temas abordados no Parque da Ciência do Museu da Vida é a saúde da visão. Saúde no contexto de um estado de bem-estar generalizado e não

da ausência de doenças. Essa abordagem da saúde da visão está presente em três módulos: na câmera escura, em que o visitante experimenta a sensação de entrar no interior de um olho; na bancada da visão, em que o visitante manipula aparatos simples de bancada – como lentes, testes de daltonismo, modelos 3D do olho etc.; além do jogo sobre saúde da visão, uma espécie de jogo da memória.

A abordagem da saúde da visão no Museu da Vida é, portanto, uma abordagem multidisciplinar, apoiada na educação e divulgação científicas. A educação e divulgação científicas, por sua vez, são encaradas como ferramentas de conhecimento e engajamento para a aquisição de um estado de melhor bem-estar geral.

## **6 - Desenvolvimento dos aplicativos**

Uma das características das chamadas ilusões de ótica é que elas permitem construir e desconstruir mitos e senso-comuns sobre os processos sensoriais e físicos que correspondem ao fenômeno da visão. Por isso, dentro da perspectiva de promoção da saúde como processo educativo, como descrito na seção anterior, as ilusões de ótica nos fornecem uma interessante porta de entrada – multidisciplinar, lúdica e não-escolar – aos processos que levam a visão.

Tendo este potencial em vista, desenvolvemos objetos de aprendizagem digitais (ou aplicativos) associados ao tema ilusão de ótica para compor as seções relacionadas à percepção e à visão do Museu da Vida. Esses aplicativos são direcionados ao circuito de visitação do museu, bem como para a disponibilização mais ampla através de outros meios, como, por exemplo, a internet e outras mídias digitais.

Esses aplicativos visam (Bevilaqua, 2009):

- Permitir uma escolha de diferentes modelos e/ou níveis de complexidade na representação da realidade
- Focalizar nos conceitos envolvidos
- Possibilitar diversas maneiras de uso, de forma a permitir que o próprio público crie 'situações problemas'
- Ser fracamente estruturados, de modo a permitir diversas formas de resolução através da integração da informação em diferentes formatos
- Desenvolver a autonomia do público frente ao computador, a fim de proporcionar a inclusão digital dos usuários

Para isso, os aplicativos possuem necessariamente um caráter interativo, permitindo ao usuário configurar, medir e alterar os parâmetros ou modelos apresentados e observar e dialogar com os resultados através de diferentes representações simultâneas (Bodemer e Faust, 2006).

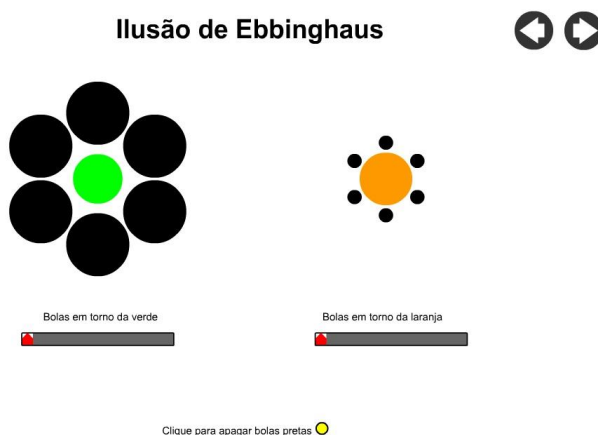
Para a elaboração dos aplicativos, foi utilizado o software Adobe Flash, que permite integração multimídia eficiente e voltada para a Internet e dispõe de amplos recursos de interatividade através de uma linguagem própria, o Actionscript. Em sua estrutura, os aplicativos contêm situações-problema, em que perguntas simples desencadeiam uma manipulação que permite construir e desconstruir as ilusões de ótica.

De forma a não perder de vista o enfoque sócio-histórico que caracteriza o Museu da Vida, as ilusões são apresentadas a partir de seu criador e do primeiro cientista que a descreveu e vêm acompanhadas de uma pequena biografia do mesmo. Além disso, uma tela com breves indícios de quais elementos de física, psicologia e/ou neurologia estão envolvidos naquela ilusão também acompanha todos os aplicativos.

No momento, estão em desenvolvimento aplicativos que representam as ilusões de Müller-Lyer, Ebbinghaus, os discos de Benham e as composições de cores e sombras.

## 7 – Exemplos de telas de alguns aplicativos

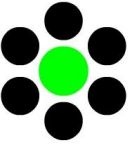
### a) *Ilusão de Ebbinghaus:*






Ilusão de Ebbinghaus





Bolas em torno da verde

50

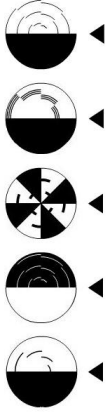


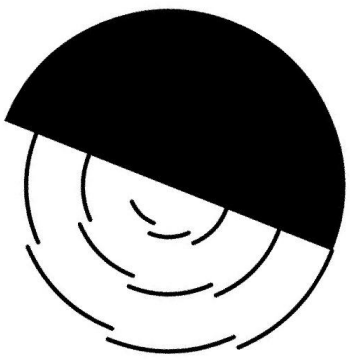
Bolas em torno da laranja

50


Clique para apagar bolas pretas

**b) Discos de Benham:**







Sentido de Rotação



Velocidade de Rotação

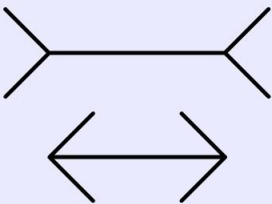
 41


Escala


 0

**c) Ilusões de Müller-Lyer:**

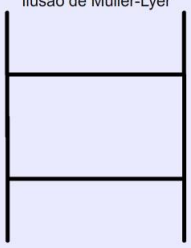
Ilusão de Müller-Lyer







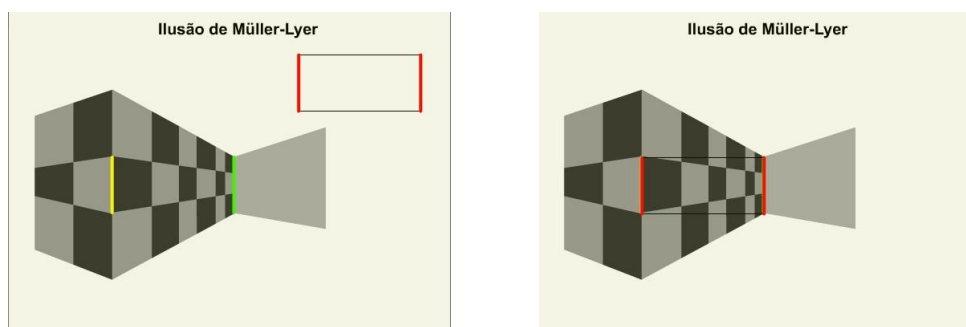
$\theta$   45°

Ilusão de Müller-Lyer





$\theta$   90°



## 8 – Considerações finais

Os objetos aqui expostos ainda estão em desenvolvimento e, portanto, não foram ainda testados com o público do museu. Uma questão a ser tratada posteriormente é o desenvolvimento de estratégias de mediação para a incorporação destes objetos em uma visita ao Museu da Vida. No entanto, nossa experiência no uso de outros recursos multimídias computacionais no museu indicou que essa mediação é eficaz no melhor aproveitamento do engajamento do público com a atividade. Segundo o trabalho anterior de um dos autores (Bevilaqua, 2009) recomenda-se que a mediação adotada:

- Deva evitar o direcionamento excessivo do visitante;
- Estimular a exploração livre dos aplicativos;
- Interferir no sentido de 'deixar dicas' aos visitantes;
- Direcionar o visitante a ativamente utilizar a interface apresentada;
- Provocar e estimular o uso em grupo e cooperativo.

O objetivo destes princípios de mediação é facilitar construção de um discurso coletivo durante a exploração dos aplicativos no museu. Apresenta, portanto, grandes nuances em função dos detalhes de cada módulo. Apenas depois de terminado o desenvolvimento detalhado de um conjunto de objetos é possível definir uma mediação um pouco mais detalhada.

Esse trabalho mostrou a importância e eficácia de recursos apoiados em novas tecnologias no contexto da educação não-formal em ciências e apresentou um caminho viável de implementação de aplicativos dessa natureza para uso integrado em centros e museus de ciência. Mais especificamente, apresentamos a nossa experiência no desenvolvimento de *softwares* de ilusão de ótica em exposições relacionadas à saúde da visão do Museu da Vida, centro de ciência interativo da Fiocruz. Esses aparatos, criados com tecnologia de última geração, possibilitam o desenvolvimento de atividades altamente interativas e lúdicas, sem abrir mão dos referenciais político-pedagógicos do Museu da Vida. O próximo passo é avaliar a interação dos públicos do museu com estes aparatos e verificar a sua eficácia como instrumentos de educação não-formal e como recursos estimuladores de engajamento, curiosidade e criatividade dos visitantes no que tange aos temas de ciência, tecnologia e saúde.

## 9 – Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a valiosa contribuição de Carla Almeida na leitura crítica do trabalho e nas sugestões apresentadas.

Esse trabalho foi parcialmente financiado pela Faperj através do edital de 'Difusão e popularização da ciência e tecnologia no estado do Rio de Janeiro – 2009'

## 10 - Referências

BARROSO, M. F., BEVILAQUA, D. V. e FELIPE, G. "Visualização e Interatividade no Ensino de Física e a Produção de Aplicativos Computacionais", *Atas do XVIII SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Vitória: SBF, 2009

BEVILAQUA, Diego. Vaz. Uso de Objetos de Aprendizagens Digitais na Visita a Museu: uma proposta de implementação. In: XI Reunión de La Red de Popularización A La Ciencia y La Tecnología em América Latina y El Caribe y V Taller, 11., 2009, Montevideo. **Identidad y Construcción de Ciudadanía**. Uruguay: Red Pop - Unesco, 2009. p. 1 - 12. CD-ROM.

BALDO, Marcus Vinícius C; HADDAD, Hamilton. Ilusões: o olho mágico da percepção. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, São Paulo, Vol 25, suppl.2, Dez. 2003

BODEMER, D. e FAUST, U. "External and mental referencing of multiple representations", *Computer in Human Behavior* **22** (2006) 27.

BONATTO, Maria Paula de Oliveira, SEIBEL, Maria Iloni e MENDES, Isabel Aparecida. **Ação mediada em museus de ciência: O caso do Museu da Vida**. In: Diálogos & Ciência: mediação em museus e centros de ciência. MASSARANI, L., MERZAGORA, M. & RODARI, P. (orgs.) Rio de Janeiro: Museu da Vida / Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz, 2007. p. 47-54

CAZELLI, S. ; COIMBRA, C. A. Q. **Avaliação formal na educação não formal**, In: Anais da Quarta Reunião da Associação Brasileira de Avaliação Educacional – ABAVE, Rio de Janeiro – RJ, 18 a 20, jun. , 2008. disponível em <[www.abave.org.br](http://www.abave.org.br)> Acesso em 17 jun. 2009.

GERMANO, M. G. e KULESZA, W. A. "Popularização da Ciência: uma Revisão Conceitual", *Cad. Bras. Ens. Fís.* **24**, p. 7-25, 2007

GILBERT, J. K. *Visualization on Science Education*, Dordrecht: Springer, 2005.

GOUVÊA, Guaraciara; MARANDINO, Martha; LEAL, Maria Cristina (Org.). **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências**. Rio de Janeiro: Access, 2003. 233 p.

IEEE Learning Technology Standards Committee, *IEEE Standard for Learning Object Metadata*, <http://ltsc.ieee.org/wg12/>, 2002, consultado em 08 de setembro de 2010

LENT, Roberto. Visão das Coisas: Estrutura e função do sistema visual. In: LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. São Paulo: Atheneu / Faperj, 2001. Cap. 9, p. 271-310.

MAHOMED, C. Explorando a Visão no Parque da Ciência. Tese de mestrado em Educação na UFF, 2003. 70 p.

MOREIRA, M. A. a pesquisa em educação em ciências e a formação permanente do professor de ciências. In: *Educacion científica*. Alcalá: universidad de Alcaíá, 1999. p-71-80.

ROCHA, V; LEMOS, E. dos S.; SCHALL, V. T. A Contribuição do Museu da Vida para a Educação Não Formal em Saúde e Ambiente: uma proposta de produção de indicadores para a elaboração de novas atividades educativas. In: X Reunión de La Red de Popularización A La Ciência y La Tecnologia em América Latina y El Caribe y IV Taller "**Ciência, Comunicación y Sociedad**", 10., 2007. Costa Rica: Red Pop - Unesco. San José,: Red Pop - Unesco, 2007. p. 1 - 12. CD-ROM.

SEPÚLVEDA-KÖPTCKE, L. *Analisando a dinâmica da relação museu-educação formal*. Formal e não-formal na dimensão educativa do museu. Caderno Museu da Vida. 2002, p. 16-25.

VALENTE, M. E. A. "A Educação em Ciências e os Museus de Ciências", in: *Caderno do Museus da Vida: O formal e o não-formal na dimensão educativa do museu*, Köptke, L. S. e Valente, M. E. A. (orgs.), Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2002.

WILEY, D. A.. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2000. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>, consultado em 03 de setembro de 2010