

## **NanoAventura: uma exposição sobre nanociência e nanotecnologia**

Sandra Murriello<sup>1</sup>, Djana Contier<sup>2</sup>, Sylla John Taves<sup>2</sup> e Marcelo Knobel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor), Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade (Nudecri), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

<sup>2</sup> Museu Exploratório de Ciências de Campinas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Palavras chave: nanotecnologia, games, avaliação

### **Resumo**

A NanoAventura é uma exposição interativa criada com o fim de atrair o interesse do público infantil e adolescente para a nanociência e a nanotecnologia gerando um espaço de aprendizado e divertimento. Nessa perspectiva, a NanoAventura foi pensada como um convite a explorar o mundo nanoscópico por meio de imagens, músicas e simulações de um modo lúdico. Desenvolver uma exposição sobre nanociência e nanotecnologia apresentou um duplo desafio: despertar o interesse por uma ciência e uma tecnologia emergente ainda distante do cotidiano do público alvo e musealizar o que não se vê a olho nu. A comunicação e a educação em nanociência e nanotecnologia em museus e centros de ciência aparece como uma contribuição a um diálogo ciência-tecnologia-sociedade ainda incipiente. Por sua vez, a nanociência e a nanotecnologia são mediadas pelas imagens de instrumental especializado e de manipulação delicada. A imagem do objeto e as simulações são as formas de aproximação e de experimentação no mundo nanoscópico. Qual é então a possibilidade de musealizar esses objetos? Examinaremos aqui esses dois desafios apresentando os resultados das avaliações com público realizadas desde a fase de planejamento e a escolha museológica realizada.

### **A nanotecnologia em cena**

Nanociência e nanotecnologia<sup>1</sup> são termos praticamente desconhecidos para quem não lida com essa área científico–tecnológica de recente desenvolvimento. Isso é o que indicam pesquisas de opinião feitas nos EUA (Cobb, 2005), no Canadá (Einseidel, 2005) e no Reino Unido (Anderson *et al*, 2005). Não temos dados sistemáticos para os países latino-americanos, nos quais as pesquisas de opinião e de percepção pública são mais recentes e, ainda as existentes (Vogt & Polino, 2003; Vogt, 2005) não consideram esse tema especificamente, mas podemos assumir um cenário semelhante. Ainda que distante do cotidiano esta área está entre as prioridades de investimentos em C&T que se vem multiplicando exponencialmente na última década (Stephens, 2005).

A comunicação e a educação em nanociência e nanotecnologia em museus e centros de ciência aparece assim como uma contribuição a um diálogo ciência-tecnologia-sociedade (CTS) ainda incipiente. Sabemos que nos museus e centros de ciência a exibição de temas científico-tecnológicos emergentes não é a prática mais freqüente (Mintz, 2005). A exposição de controvérsias científicas é ainda menos

frequente, e de difícil resolução quando existente (McDonald & Silverstone, 1992). Consideramos esse um caminho atual a ser atendido por instituições que tentam contribuir com o diálogo ciência-tecnologia-sociedade e que devem redefinir seu papel de meros transmissores dos princípios científicos para se converter em espaços de debate e reflexão (Bradburne, 1998). Mas essa transformação precisa de um processo mais aprofundado que leve a reverter o papel tradicional de uma comunicação científica baseada num modelo de déficit (Ziman, 1992) que, como mostra Hooper Greenhill (1994), tem sido o modelo dominante também nos museus.

### **A NanoAventura**

A NanoAventura é a primeira exposição organizada pelo Museu Exploratório de Ciências da UNICAMP, que foi desenvolvida em 2005 como parte do processo de consolidação desta instituição e aberta ao público em abril desse ano na cidade de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. No seu primeiro ano de funcionamento percorreu as cidades de Rio de Janeiro (RJ), Porto Alegre (RS), São Paulo (SP) e Campinas (SP) atendendo mais de 25.000 pessoas. A exposição foi realizada em parceria com o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e o Instituto Sangari. Contou com o financiamento da Fundação Vitae, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o patrocínio e apoio de outros parceiros.

Dois grandes desafios foram enfrentados ao desenvolver a NanoAventura: despertar o interesse por uma ciência e uma tecnologia emergente ainda distante do cotidiano do público alvo e musealizar o que não pode ser visto a olho nu (Murriello et al, 2006). Isso nos conduziu a escolhas expográficas que apresentaremos aqui brevemente. Entendendo que a visita da NanoAventura deveria despertar o interesse e a curiosidade para uma temática nova como forma de favorecer um aprendizagem a longo prazo (Falk & Dierking, 2000), propôs-se uma experiência multimídia em um ambiente atrativo e de forte apelo para uma tecnologia inovadora. Procurou-se uma linguagem próxima do público alvo escolhendo-se *vídeos* e *games* como suporte de uma proposta educativa fortemente lúdica que, ao longo de uma hora, é conduzida por um apresentador.

## Os vídeos

Nessa hora de exposição o visitante entra em contato com dois vídeos, o primeiro, dividido em duas partes, introduz o tema, e apresenta os games e o segundo, apresentado já no final da experiência, é uma animação 3D que sintetiza os principais temas expostos.

O *vídeo introdutório* opera como estímulo inicial para o visitante se situar cognitivamente no tema que está sendo apresentado, e como elemento de antecipação da experiência de games.

Em função de seu primeiro objetivo o vídeo aborda dois conceitos chaves para a compreensão da nanociência e da nanotecnologia: a noção de escala e a constituição da matéria. Também são apresentados os princípios fundamentais desta nova tecnologia, mostrando que esta área científico-tecnológica está em desenvolvimento no Brasil. Assim, na estrutura narrativa do vídeo pode-se diferenciar duas fases, a primeira opera como *zoom in*, na qual se parte de objetos conhecidos que estão na ordem da escala métrica para conduzir até a escala nanométrica. Esse *zoom* avança “passo a passo” em forma descendente seguindo as potências de dez, reforçando graficamente a sua expressão matemática e mostrando elementos biológicos característicos de cada ordem de grandeza. Já na escala nanométrica, o vídeo destaca os átomos como constituintes básicos da matéria considerando esse um conceito chave para a compreensão dos fundamentos da nanociência e da nanotecnologia. O carbono foi utilizado como exemplo ilustrativo para mostrar a sua presença em formas vivas e inertes assim como mostrar a capacidade da nanotecnologia de gerar novas estruturas como nanotubos e fulerenos (buckybolas).

A estrutura narrativa deste segundo momento do vídeo se baseia num diálogo entre pequenos trechos de depoimentos de pesquisadores brasileiros e a narração em *off* do apresentador. Apresentam-se imagens de laboratórios e o instrumental existente em instituições brasileiras tentando mostrar as possibilidades atuais de manipulação da matéria nessa escala e o desenvolvimento do setor no país.

A terceira parte do vídeo tem por objetivo introduzir ao visitante a continuação da experiência, explicando a proposta e o objetivo dos quatro jogos que vem a seguir..

Recentemente o vídeo foi apresentado no Festival de Cine e Vídeo Científico do Mercosul (Cinecien) no Rio de Janeiro, de 4 a 7 de dezembro de 2006, obtendo a menção honrosa na categoria de vídeos didáticos. Esse festival foi organizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) do Brasil e promovido pela Rede Especializada de Ciência e Tecnologia - RECyT do Mercosul. Este reconhecimento opera como um estímulo para dar maior difusão ao material pretendendo, entre outras ações, a tradução ao espanhol de modo a permitir sua inserção no âmbito latino-americano.

O vídeo 3D, que é o fechamento da NanoAventura, resume em imagens algumas das idéias apresentadas ao longo da experiência.

### **Os games**

Desenhados como jogos de equipe - de até 12 pessoas - de caráter colaborativo, permitem aos usuários ter controle de sua pontuação individual e coletiva. No decorrer da experiência estimula-se a competição entre os distintos grupos apenas como um meio para o melhor desenvolvimento das tarefas, ressaltando sempre que não existem equipes ganhadoras. Como já foi mostrado em outras exposições interativas, os jogos multi-usuários são utilizados por mais tempo que os individuais e, além disso, favorecem as interações sociais (Kennedy, 1990). A incorporação desses recursos permitirá o aprofundamento da pesquisa sobre o aproveitamento dos recursos multimídia em exposições museais (Heath *et al*, 2005).

<b>Nanomedicina</b> Objetivo: em equipe, salvar células doentes com medicamentos revestidos com uma camada de material não tóxico.	Nessa estação, os jogadores têm que preparar e injetar um nanomedicamento em uma célula doente. Cada jogador deve escolher e recobrir o medicamento, antes de lançá-lo no interior da célula. Quem descobrir qual dos medicamentos é o mais eficiente, tem que avisar seus companheiros para poder salvar uma quantidade maior de células.
<b>Passeio virtual</b> Objetivo: conhecer os ambientes onde se trabalha com nanociência e nanotecnologia.	Esse é mais propriamente um ambiente exploratório desenvolvido com tecnologia de <i>game</i> , do que um típico videogame. Aqui cada visitante faz parte de uma equipe de cientistas e colabora com tarefas de

	pesquisa no LNLS, na Unicamp e na sala do conhecimento, um ambiente criado para este jogo.
<b>Nanocircuitos</b> Objetivo: simular a montagem de nanocircuitos	Assim como os cientistas usam os microscópios de força atômica ou nanomanipuladores, neste jogo o visitante controla uma das etapas de uma linha de montagem de circuitos com nanocomponentes, como ocorrerá, talvez, no futuro, e assim montar nanocircuitos em equipes de 4 pessoas.
<b>Limpeza de superfície</b> Objetivo: tirar as impurezas de uma amostra.	Este jogo simula 12 microscópios de força atômica, cada um controlado por um jogador. Algumas tarefas exigem o trabalho em dupla e outorgam maior pontuação. A tarefa é retirar átomos e fios de átomos indesejados da superfície da amostra.

### **A NanoAventura sob avaliação**

O desenvolvimento da NanoAventura vem sendo avaliado desde as suas fases iniciais e seus resultados parciais, divulgados em eventos e publicações (Murriello & Contier, 2005; Murriello et al, 2006). A avaliação é já uma prática já consolidada nos grandes museus do mundo que vem mostrando a sua utilidade para a melhoria permanente dos produtos desenvolvidos, e para um melhor acompanhamento dos processos e interações que acontecem nas exposições. As avaliações em museus podem ser classificadas conforme seus objetivos, seus paradigmas de referência ou seu foco de interesse e, segundo diversos autores, seus momentos e fases recebem diferentes denominações e utilizam diversos instrumentos (Korn, 1989; Screven, 1990; Hein, 1998; Moussouri, 2002). Para a NanoAventura utilizou-se como referencial a classificação proposta pelo *Audience Research Center do Australian Museum* (<http://www.aronline.net/amarc/pdf>) que considera uma fase de avaliação preliminar, uma formativa<sup>2</sup>, uma corretiva e uma somativa. Metodologicamente foram utilizados principalmente questionários, por serem instrumentos apropriados para os fins propostos e para as condições do contexto expositivo. Entrevistas e observações também foram utilizadas para a coleta de dados.

Em uma breve síntese das nossas avaliações podemos destacar os objetivos e resultados das suas fases:

A **avaliação preliminar** foi realizada na fase de planejamento para identificar no público-alvo os conhecimentos prévios sobre os conteúdos a serem abordados na NanoAventura. Os resultados se mostraram úteis ao desenho da proposta e à definição do roteiro geral utilizando como ponto de partida as idéias dominantes. Assim entendemos, por exemplo, que a idéia de pequeno estava bem distante do universo nanoscópico e que a identificação de estruturas biológicas era mais freqüente que as inertes.

A **avaliação corretiva** realizada em 2005, nos primeiros meses de funcionamento, com público avulso e escolar, mostrou os acertos e os problemas da exposição e orientou as decisões de aprimoramento. Os jogos se mostraram como a grande atração da exposição para o público alvo mas com dificuldades de linguagem para o público alheio aos games, entre os quais se destacam os professores de escola (Murriello et al, 2006). Problemas técnicos e de jogabilidade foram identificados e solucionados quando possível. Também essas avaliações mostraram a necessidade de reformular o roteiro do vídeo inicial e aprimorar tecnicamente o 3D. No campo conceitual a exposição parece incidir fortemente numa visão otimista desta nova tecnologia e a sua melhor interpretação quando ligada a temas biológicos, mais próximos da experiência dos visitantes. Diversas pesquisas (Lee, et al., 2005) têm mostrado que a aceitação das novas tecnologias está ligada a uma resposta afetiva e não apenas cognitiva, e também que a re-significação dos objetos de uma exposição são fortemente influenciados pelos conhecimentos e interesses prévios (Falk & Dierking, 2000).

Os resultados da avaliação da exposição serviram também de orientação para a re-edição, em 2006, do vídeo introdutório cuja estrutura atual foi descrita acima. O objetivo foi melhorar a abordagem do conteúdo e a dinâmica proposta no vídeo desenvolvido para a fase inicial da exposição.

Já a **avaliação somativa** ainda está em andamento e pretende aprofundar na análise das interações do público com os jogos e entre pares, assim como avaliar os ganhos afetivos, sociais e cognitivos da exposição. Nesse sentido temos já alguns

resultados que mostram ganhos cognitivos na visitação e que satisfazem alguns de nossos objetivos básicos. A aproximação da escala nanométrica e a identificação da nanociência e a nanotecnologia como o estudo e manipulação de matéria nessa escala aparecem como conceitos incorporados na visita. Vemos também o maior apelo das questões biológicas e de saúde, o que nos leva a pensar que futuras ações poderiam estar focadas nesses tópicos como uma forma de aproximação à temática. Precisamos ainda avançar em nosso estudo para entender melhor quais os ganhos afetivos, mas temos, sim, a experiência de visitantes que retornaram à NanoAventura com parentes ou amigos, assim como a resposta entusiasmada do público e a lembrança da experiência de alunos que visitaram a exposição um ano antes.

Na NanoAventura temos visto a importância de uma proposta museográfica que gere uma experiência de imersão, o papel central que tem a interação com os outros dentro da exposição — tanto nos jogos como na experiência toda — e, ressaltamos, a influência dos conhecimentos e interesses prévios para o aproveitamento individual da proposta apresentada. A interação desses fatores produz uma experiência, deixa uma lembrança da visita, que poderá ser aproveitada e complementada a médio e longo prazo conforme os estímulos que sejam oferecidos. Nesse sentido o desenvolvimento da NanoAventura contemplou desde o início um material educativo (Contier & Murriello, 2005) e um site.

O *material informativo* aborda de forma simples conteúdos básicos complementares à experiência e está destinado aos professores interessados em abordar a temática com suas turmas. Esse material é entregue em formato impresso nas visitas de grupos escolares e também está disponível para download no site.

Por sua parte o *site* tentava operar como espaço informativo e como suporte de consulta para as pessoas interessadas na área de nanociência e nanotecnologia. Depois de um ano de funcionamento no formato inicial decidimos reformular o site para tentar compensar alguns dos problemas identificados (<http://www.mc.unicamp.br/nanoaventura/>). Assim, o projeto se delineou em dois ambientes principais: NanoAventura e NanoMundo. O primeiro, com informações institucionais e operacionais sobre a exposição – programação, material de apoio, pesquisas, avaliações, clipping, entre outros – somado à jogos on-line que abordam

alguns dos tópicos da exposição: nanobiotecnologia e nanocircuitos. O segundo, uma ferramenta de divulgação e discussão sobre nanociência e nanotecnologia.

Ambos, porém possuem uma estrutura básica semelhante. No topo de cada um dos ambientes há uma peça interativa (onde se encontram os jogos on-line ou informações relacionadas à exposição) e mais abaixo fica o conteúdo mais denso. Entretanto, cada ambiente tem características muito específicas que foram determinantes para a concepção mais detalhada de suas estruturas. Enquanto a NanoAventura tem um caráter unidirecional no qual a informação é produzida pelo Museu de Ciências da Unicamp e disponibilizado para o público, o NanoMundo funciona de forma bidirecional possibilitando a troca de informações entre o Museu e os visitantes.

Este novo formato foi posto *on-line* no início de 2007 e precisa ainda de uma avaliação sobre o seu funcionamento. O desafio agora é convertê-lo em um espaço museal on-line de referência sobre nanociência e nanotecnologia. A existência de um site com informações atualizadas em língua portuguesa tenta ser uma contribuição a uma maior comunicação de uma área científico-tecnológica em expansão que até o momento resulta de difícil acesso para um importante setor da população.

## **Desafios atuais**

Depois de pouco mais de um ano de funcionamento a NanoAventura enfrenta ainda o desafio de continuar indagando o que acontece na exposição do ponto de vista educativo. Temos visto já o alto impacto da experiência e a boa recepção por parte do público alvo, mas precisamos ainda dar continuidade a esse processo para avaliar seu impacto como estímulo a longo prazo.

A extensão da experiência museológica da NanoAventura no espaço virtual apresenta a possibilidade de atingir novos públicos não apenas dando maior difusão à exposição mas ampliando a experiência lúdico-educativa. Um outro caminho ainda a ser percorrido e explorado é o melhor aproveitamento da experiência na formação de professores. As experiências realizadas até o momento mostram a necessidade de oferecer informação prévia para os professores interessados na visita com as suas

turmas. Acreditamos também que a vivência prévia na experiência com *games* pode colaborar para o aproveitamento da visita.

## Bibliografia

- ANDERSON,A.;STUART,A.;PETERSEN,A.;WILKINSON,C. The framing of nanotechnologies in the British newspaper press. *Science Communication*, v.27, n.2, p.200-220. 2005.
- AUSTRALIAN MUSEUM. Audience Research Centre. *Exhibition evaluation*. Disponível em: < [www.amonline.au/amarc/pdf](http://www.amonline.au/amarc/pdf)>. Acesso em : 29 nov. 2004.
- COBB,M.D. Framing effects on public opinion about nanotechnology. *Science Communication*, v27, n.2, p.221-239. 2005.
- CONTIER,D. & MURRIELLO,S. Nanoaventura na escola.Instituto Sangarri: Sao Paulo,2005. Disponível em < [www.nanoaventura.org.br](http://www.nanoaventura.org.br)>.
- EINSIEDEL,E. In the public eye: the early landscape of nanotechnology among Canadian and U.S publics. *Azojono. Journal of nanotechnology on-line*. 2005. Disponível em < [www.azonano.com/oars.asp](http://www.azonano.com/oars.asp)> Acesso: 5 junh.2006.
- FALK, J.; DIERKING, D (2000). *Learning form museums visitors experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA, Altamira Press.
- HEATH,C.;VOM LEHN, D.;OSBORNE,J. Interaction and interactivities: collaboration and participation with computer-based exhibits. *Public Understanding of Science* 14:91-101. 2005.
- HEIN, G. *Learning in the Museum*. Routledge, London, 1998.
- HOOPER-GREENHILL,E. *Museum and their visitors*. London:Routledge. 1994.
- KENNEDY,J. User friendly:hands-on exhibits that work. Washington, D.C: Association of Science Technology Centers. 1990.
- KORN, R. 1989. “Introduction to evaluation: theory and methodology”. In: BerY, N.; Mayer, S. (Orgs.) *Museum education: history, theory and practice*. Reston, Virginia: The National Art Association, 219-238.
- LEE,C; SCHEUFELE,D. & LEWENSTEIN, B. 2005. Public attitudes toward emerging technologies. *Science Communication*, 27 (2): 240-267.
- MACDONALD, S.; SILVERSTONE, R. Science on display: the representation of scientific controversy in museum exhibitions. *Public Understanding of Science*,v.1. p.69-87. 1992.
- MINTZ, A Science Society And Science Centers in História, Ciências, Saúde: Manguinhos, V.12 (suplemento), Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz, 2005. p. 267-280.
- MOUSSOURI, T. *A context for the development of learning outcomes in museums, libraries and archives*. 2002. Disponível em < [http://www.mthe.gov.uk/documents/insplearn\\_wp20030501.pdf](http://www.mthe.gov.uk/documents/insplearn_wp20030501.pdf)>. Acesso em 25 /09 / 2004.
- MURRIELLO, S.; CONTIER, D. Relatório de avaliação da NanoAventura. Junho 2005 .Disponível em< [www.nanoaventura.org.br](http://www.nanoaventura.org.br)>
- MURRIELLO, S.; CONTIER, D., KNOBEL,M. Desafios de uma exposição sobre nanociência e nanotecnologia. *JCOM*. Dec.2006.
- STEPHENS, L. News narratives about NanoS&T in major U.S. and Non-U.S. Newspapers. *Science Communication*, v27, n.2, p.175-199. 2005
- VOGT,C.A. (COORD); KNOBEL, M.; ALMEIDA, R.; PALLONE, S. CASTEFLRANCHI, Y. Percepção Pública da Ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo. In: *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2004*. v.1.cap.12. São Paulo: Fapesp, 2005.
- VOGT,C.A.; POLINO,C. *Percepção pública da ciência: Resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, Campinas, 2003.
- ZIMAN,J. Not knowing, needing to know, and wanting to know In: LEWENSTEIN,B. (Ed. ) *When Science meets the public*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science (AAAS).1992.

---

<sup>1</sup> A nanociência é recorrentemente referenciada como uma ciência nova, porém o estudo de elementos a escala nanométrica existe antes de ganhar essa denominação. O desenvolvimento de instrumental apropriado para observar e manipular esses elementos teve um forte impulso nas últimas duas décadas

---

levando ao surgimento de uma nova tecnologia. A nanotecnologia é a engenharia de materiais a partir de átomos e moléculas, que possibilita o uso dos resultados da nanociência para a manipulação e reorganização de nanopartículas, promovendo outras combinações e, com isso, a elaboração de novos materiais e dispositivos.

<sup>2</sup> No caso da NanoAventura não foi possível, por falta de tempo, realizar uma **avaliação formativa** que teria fornecido informação útil para mudanças operativas que ficaram adiadas para as fases posteriores.