

## EXPERIMENTOS E CONTEXTOS NAS EXPOSIÇÕES INTERATIVAS DOS CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIAS

(Experiments and contexts in the interactive exhibitions of centers and museums of science)

**Maura Ventura Chinelli** [maurachi.uff@gmail.com]

Universidade Federal Fluminense

Rua Visconde do Rio Branco s/n, São Domingos – Niterói – RJ – Brasil. CEP: 24 210-200

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz

Av. Brasil, 4365, Manguinhos - Rio de Janeiro – RJ – Brasil. CEP: 21 040-360

**Luiz Edmundo Vargas de Aguiar** [edmundoaquiar@gmail.com]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Rua Lúcio Tavares, 1045, Nilópolis – RJ – Brasil. CEP: 26 530-060

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz

Av. Brasil, 4365, Manguinhos - Rio de Janeiro – RJ – Brasil. CEP: 21 040-360

### Resumo

Descreve-se aqui uma pesquisa que visou identificar, através da análise dos experimentos e dos contextos nas exposições interativas dos centros e museus de ciências, as condições necessárias para a apreensão da cultura científica na concepção pós-positivista. O projeto foi desenvolvido com a participação de estudantes de cursos de formação de professores em uma proposta baseada nos princípios e métodos da *pesquisa-ação*, visando a formar competências que levem a interferências futuras no campo profissional. Os resultados demonstram que as exposições interativas da amostra analisada estão organizadas de acordo com o paradigma clássico: oferecem possibilidades de experimentação que produzem dados observacionais supostamente neutros e mantém separados a natureza e o ser humano. Como conclusão, tem-se que aquelas exposições contribuem para a aproximação dos visitantes à ciência positivista, não se configurando em contribuição para aproximá-los da concepção de ciência fundada no contemporâneo paradigma da complexidade.

**Palavras-chave:** centros e museus de ciências; educação científica; natureza da ciência; pesquisa-ação

### Abstract

Here is described a research that meant to identify, through analysis of experiments and contexts in interactive expositions held by centers and museums of science, the necessary conditions for grasping the scientific culture in the post-positivist conception. The project was developed with the participation of students in training courses for teachers on a proposal based on the principles and methods of action research, in order to form skills that lead to interferences in the professional future. The results show that the samples of interactive exhibits are organized according to the classic paradigm: they offer opportunities for experimentation that produce observational data supposedly neutral and maintain separate nature and human being. In conclusion, we have those exhibits contribute to bringing the visitors closer to the positivistic science, not contributing to bring them closer to the concept of science based on the contemporary paradigm of complexity.

**Key words:** centers and museums of science, scientific education, nature of science, action research.

### Introdução

A disseminação do conhecimento tem sido cada vez mais exigida. Com crescente intensidade, são requeridos pesquisadores e técnicos capazes de desenvolver e operar, de maneira responsável, novas soluções para antigos e novos problemas, causados, em grande parte, pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

A preparação de profissionais e também a formação de cidadãos em condições de compreender, opinar e decidir em situações nas quais sejam necessários conhecimentos em ciência e tecnologia, colocam em evidência a necessidade de promover-se uma educação científica e tecnológica ampla, tanto do ponto de vista da abrangência desses conhecimentos quanto da democratização do acesso às questões neles envolvidas.

Uma demanda educacional de tal monta não pode prescindir das instâncias não formais de educação. Entre estas, destacam-se os museus de ciências, que, em sua versão contemporânea, são instituições dedicadas à pesquisa, à preservação e à organização de acervos representativos do conhecimento científico e tecnológico, à divulgação e à popularização da ciência e à educação não formal em ciências (Gouvêa & Marandino, 1998; Cazelli; Marandino & Studart, 2002).

No passado, os museus de ciências eram voltados quase que exclusivamente para a guarda de coleções, a fim de conservar “as produções da natureza e do espírito humano” (Van-Praët, 2003, p. 48). Mas, com o seu amadurecimento, desde o final do séc. XIX passaram a assumir, como um de seus objetivos, o de educar cientificamente a população, complementando a educação formal de modo a contribuir para aprofundar o conhecimento do mundo natural (Ab’Saber, 1998; Saad, 1998; Marandino, 2005; Valente; Cazelli & Alves, 2005; Pereira, 2007).

Nos museus de ciências da atualidade, diz Marandino (2005),

Programas e projetos educativos são gerados, com base em modelos sociais e culturais. Seleções de parte da cultura produzida são realizadas com o intuito de torná-la acessível ao visitante. Como em qualquer organização educacional, processos de recontextualização da cultura mais ampla se processam, possibilitando a socialização dos saberes acumulados (p.165-166).

Os museus de ciências, em vista do desenvolvimento tecnológico do Séc. XX, influenciaram os discursos expositivos de museus de diferentes naturezas e finalidades. Desde a criação do Museu Alemão de Munique, em 1906, do Museu de Ciência e Tecnologia de Chicago, em 1933, do Palácio da Descoberta, em Paris (1937) e do Exploratorium de São Francisco, em 1969, os museus não mais têm se limitado à exposição de coleções, passando a incorporar objetos muitas vezes criados exclusivamente para atender aos objetivos das exposições, transformando-se, desde a década de 1990, em locais de hipótese, de pesquisa, de prospectiva (Nascimento, 2005).

Seu objetivo é divulgar ao público mais do que exemplares e coleções do universo natural e cultural, registros da memória social da ciência e da tecnologia. É servirem à comunicação da cultura científica para um público amplo, tornarem-se instituições de conservação de um patrimônio não material, dito *intangível*, do qual se destaca a criação científica (Van Praët, 2003).

Neste cenário, nos museus de ciências passou a ter destaque a *ciência em ação*, ou seja, a visualização de fenômenos naturais em experimentos e modelos, de modo a proporcionar maior compreensão dos princípios e dos fatos científicos e tecnológicos (Goldemberg, 1998; Padilla, 2001).

Quando o aprofundamento do papel educativo do museu induz a que este abra mão da presença significativa de objetos museológicos para tratar de temas científicos amplos, em exposições que proporcionam a participação ativa do visitante, fundamentadas em “teorias pedagógicas que dificilmente poderiam oferecer indicações válidas às atividades de pesquisa, colecionismo ou preservação de objetos”, é adotada a denominação de *centro de ciências* (Gaspar & Hamburger, 2001, p. 117). Nos centros de ciências são expostas “coleções de idéias, de fenômenos naturais e de princípios científicos, mais que de objetos”, usados como recursos para proporcionar maior compreensão dos processos e produtos científicos e tecnológicos tendo em vista a demanda social por esse conhecimento (Padilla, 2001, p.116).

Para alcançarem seus objetivos, os museus contemporâneos e os centros de ciências se apóiam, em grande medida, em um recurso expositivo conhecido como *interatividade*.

De acordo com Falcão et al. (2003), podem ser identificados, nos museus e centros de ciências, um amplo espectro de tipos de interatividade, que

/.../ vão desde o mero acionamento de botões que desencadeiam o funcionamento de aparatos, displays que propõem perguntas e respostas emitindo luzes e sons, até situações nas quais o visitante pode estabelecer um “diálogo” com o aparato, na medida em que o visitante detém um certo controle sobre os parâmetros que mudam o comportamento do aparato exposto. Para ações diversas há respostas diferentes, que podem levar a indagações do interesse do visitante muitas vezes de forma não imaginada pelos idealizadores das exposições. Nessa perspectiva, o maior grau de interatividade é proporcionado por aparatos que a dão oportunidade de interações subseqüentes (p. 190).

No estágio atual de desenvolvimento dos museus e dos centros de ciências, as exposições interativas se propõem a disponibilizar ao público equipamentos que permitam a manipulação com envolvimento intelectual. Por suas características, é esperado que esses aparatos interativos despertem a curiosidade, provoquem questionamentos, propiciem aos visitantes formular e verificar hipóteses, chegar a conclusões ou a novos problemas, aproximando-os do procedimento científico (Padilla, 2001; Pavão; Faltay & Lima, 2001; Cazelli et al., 2002; Vieira, Santos & Moraes, 2006).

Essa possibilidade de interagir com objetos assim como um cientista experimental o faz no laboratório, remete à noção de *experimentação*. A experimentação, de acordo com Colinvaux (2005), é a justificativa central para a existência de museus interativos.

A interatividade, enquanto experimentação realizada em museus e centros de ciências, pode se dar de diversas maneiras. De acordo com Vieira, Santos e Moraes (2006), essa interação pode ocorrer

/.../ pelo observar, acionar, tocar ou manusear os experimentos; pelo ler, comparar, registrar; e, ainda pelo jogar. Estes modos correspondem a uma interação concreta e direta. Num segundo momento, temos a interatividade em níveis mais elaborados como problematizar, discutir, elaborar hipóteses. Nesses níveis, interagir é questionar, decidir, refletir e implica em dialogar e atuar. Por fim, num terceiro momento, mais abstrato, de interação com os experimentos, os visitantes desenvolvem interpretações, explicações, teorizações e, assim, uma maior compreensão dos fenômenos com os quais interagem (p.01).

Enquanto processo subjetivo, a interação ocorre na relação entre conhecimentos antigos e novos, nas várias possibilidades de comunicação - da exposição com o visitante, entre monitores e visitantes e entre visitantes - ou mesmo na esfera da emoção que as exposições suscitam. No nível concreto, a interação se dá mediante atividade – por isso, interatividade. Quando o visitante liga, toca, joga, modifica, intervém, lê, observa, ouve, encontra oportunidades para realizar operações mentais que resultam em conhecimento, como interpretar, problematizar, questionar, refletir, criticar e elaborar hipóteses. Isto significa dizer que a interatividade proporcionada por exposições desse gênero ultrapassa a esfera do indivíduo, sendo também condicionada pelo contexto específico de cada projeto expositivo. A experiência museal que é vivida com a interatividade remete não apenas às interações estabelecidas entre sujeitos e objetos, mas também às interações que ocorrem entre sujeitos, por meio da linguagem, e entre sujeitos e cenários expositivos, mediados pelas ferramentas culturais ali presentes. A cena expositiva, ou *contexto*, é um aspecto importante da organização das exposições, contribuindo efetivamente para uma educação científica permanente e para a apreensão da cultura científica (Colinvaux, 2005).

No texto de Wagensberg (2005) pode-se observar a valorização do contexto para a apreensão da cultura científica enquanto ferramenta para a mudança social. A ciência, que é a forma de conhecimento que mais influencia as nossas vidas, precisa estar acessível a todos, pois afeta decisões cotidianas em questões de grande impacto em nossa existência nas quais o conhecimento

científico e tecnológico estão envolvidos. Wagensberg (2005) afirma que os museus de ciências devem ser organizados como museus “totais”, ou seja, museus em que sejam disponibilizados fenômenos com os quais o público possa interagir, mas em que também estejam presentes objetos reais capazes de dar significado aos fenômenos observados, proporcionando um outro nível de interação:

Temos que inventar uma nova museografia: a museografia com objetos que são reais, mas capazes de se expressarem de uma forma triplamente interativa: mutuamente interativos (“na prática” – “hands on”, no linguajar atual de museu), mentalmente interativos (“mente alerta”) e culturalmente interativos (“com o coração”). São objetos que contam histórias, que se comunicam entre si e com os visitantes. São objetos com eventos associados, objetos vivos, objetos que mudam. Apresentar uma pedra sedimentária, simplesmente, é uma coisa. Associar a ela um experimento que exhibe o processo em tempo real que mostra como essa pedra foi formada é outra coisa (p. 04).

Este outro nível de interação, mais amplo, é conceituado por Lins de Barros (s.d.) como “envolvimento”, que pode ser buscado na aproximação com as experiências cotidianas:

Mostrar um fenômeno familiar e explorar as diversas interpretações pode fornecer uma importante ponte que une a experiência diária e familiar do visitante com os conceitos científicos. Nesse sentido, a interação se dá no plano cognitivo e afetivo (pois, supõe-se, o fenômeno é familiar) e se obtém o envolvimento do visitante com a linguagem mais racional e abstrata da ciência, permitindo a ele discernir a abrangência da explicação científica. O conceito de envolvimento, dessa forma, inclui o de interatividade em seu significado mais amplo [...] (p.03).

A fim de favorecer o envolvimento, Lins de Barros (s.d.) aponta ainda para a exploração da historicidade, não só do objeto, mas da própria ciência, como recurso museográfico nas exposições científicas. A história, segundo o autor, é o elemento essencial para a reflexão sobre os temas relevantes em cada época.

Tais posições acerca do papel dos diferentes contextos para a apreensão da cultura científica revelam a compreensão da ciência como atividade humana, interpretativa, intencionada e conseqüente, que envolve valores e está sujeita a uma ética, profundamente imbricada no desenvolvimento da sociedade.

Entendemos, como Cazelli, Marandino e Studart (2002), que o movimento dos museus interativos, cuja abordagem baseia-se na idéia de “aprender fazendo”, está fundamentado em uma concepção de ciência que tem no empirismo a base do Método Científico que identifica a ciência clássica. No entanto, a revisão da literatura sobre o tema revela, no que diz respeito a esses mesmos recursos interativos, a disposição para uma abordagem que pressupõe o pensamento hipotético-dedutivo. Sendo assim, neste trabalho estaremos observando os experimentos e os contextos nas exposições dos museus e centros de ciências que fazem uso da interatividade, tendo-os como ferramentas para a interpretação da natureza da ciência presente nessas exposições.

## **O olhar contemporâneo sobre a natureza da ciência e da atividade científica**

Gil-Pérez e colaboradores (2001), evitando possíveis variações e divergências, destacam aspectos essenciais da filosofia da ciência no Séc. XX que são importantes para a educação científica e em que se verifica um amplo consenso.

Primeiro, há a recusa da idéia de Método Científico, citado com maiúsculas para designar um conjunto de regras a serem aplicadas mecanicamente, independentes do domínio investigado. Em seguida, também a recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva, a partir de “dados puros”, visto que esses dados não fariam sentido se não fossem interpretados à luz de um sistema teórico. Em terceiro lugar, destacam o papel do

pensamento divergente na investigação científica, representado pela colocação de hipóteses e de modelos, ou pela própria concepção das experiências. Em quarto lugar, a convicção de que o trabalho científico baseado em hipóteses requer maior rigor, visto que é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo investigativo, como é necessário também mostrar coerência com o corpo de conhecimentos em vigor. Por fim, a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico. Tanto pela questão de o ponto de partida, um dado paradigma vigente, ser a síntese dos contributos de gerações de investigadores, como pelo fato dos trabalhos individuais serem orientados por linhas de investigação estabelecidas e pelas equipes das quais participam e, ainda, porque é preciso reconhecer que o trabalho em ciência, como em qualquer outra atividade humana, é influenciado pelo momento histórico de sua realização, assim como tem repercussões para o meio natural e social em que se circunscreve (Gil-Pérez et al., 2001, p.136-137).

Agora, ao iniciar-se o Séc. XXI, um novo olhar sobre a ciência e a atividade científica vem se impondo. Este novo olhar é assumido por Morin (2003, 2005) como um novo paradigma que, tendo a marca da reflexão e da interdisciplinaridade, reconhece o caráter social, cultural e histórico da construção do conhecimento. De acordo com o pensador francês,

De toda parte surge a necessidade de um princípio de explicação mais rico do que o princípio de simplificação (separação/redução), que podemos denominar princípio de complexidade. É certo que ele se baseia na necessidade de distinguir e analisar, como o precedente, mas, além disso, procura estabelecer a comunicação entre aquilo que é distinguido: o objeto e o ambiente, a coisa observada, e o seu observador. /.../ Hoje, há que insistir fortemente na utilidade de um conhecimento que possa servir à reflexão, meditação, discussão, incorporação por todos, cada um no seu saber, na sua experiência, na sua vida... /.../ Trata-se, doravante, de procurar a comunicação entre a esfera dos objetos e dos sujeitos que concebem esses objetos. Trata-se de estabelecer a relação entre ciências naturais e ciências humanas, sem as reduzir umas às outras /.../ (Morin, 2003, p.30-31)

Para Morin (2003, 2005), mesmo quando tinha por objetivo único revelar as leis simples que governam o universo e a matéria de que ele é feito, a ciência apresentava constituição complexa. Não só porque se desenvolveu no conflito de idéias e teorias como também porque é inseparável de seu contexto histórico e social. Por isso o conhecimento científico não deve se isolar de suas condições de elaboração, sendo necessário que toda ciência se interrogue sobre suas estruturas ideológicas e suas raízes socioculturais.

Embora reconheça que a ciência moderna só pôde se desenvolver livrando-se de todo julgamento de valor e obedecendo a uma única ética, a ética do conhecimento, Morin (2003) afirma a necessidade de que a ciência passe a pensar sua própria ambivalência e sua própria aventura, aproximando-se da reflexão filosófica. Para ele, os múltiplos poderes atribuídos às tecnociências contemporâneas exigem a formação de uma consciência moral - seja do cientista, seja do cidadão - visando ao controle ético e político da atividade científica. A simplificação da natureza, com o propósito de estudá-la e compreendê-la, parece não dar conta da problemática que se apresenta, visto que profundas transformações da natureza ocorrem em razão de atividades humanas que, muitas vezes, têm origem no próprio avanço científico.

Para Prigogine e Stengers (1991), a ciência passa por uma metamorfose em que, partindo de uma natureza fechada, submetida a leis matemáticas, chegamos hoje a uma descrição teórica que situa o homem no mundo que ele mesmo descreve, que identifica a ciência como prática cultural, que implica na abertura deste mesmo mundo com a descrição de um universo fragmentado, rico de diversidades qualitativas e de surpresas potenciais.

Estes autores não identificam uma mudança de paradigma, visto que não são negados, superados ou substituídos os conhecimentos anteriores, mas integrados outros conhecimentos, originados de novos requisitos culturais.

Na perspectiva que apresentam, é a partir do contexto cultural que os homens tentam encontrar a coerência intelectual que alimenta, em cada época, a interpretação das teorias científicas; que determina seu impacto sobre a sociedade, influencia as concepções que os cientistas fazem do produto de suas investigações e mesmo dos métodos sob os quais realizam essa investigação. Para os autores, os problemas que marcam uma cultura podem ter influência sobre o conteúdo e o desenvolvimento das teorias científicas. O que resulta no que afirmam ser uma importante lição: as ciências da natureza sabem, agora, que as situações idealizadas são insuficientes para compreender a complexidade do mundo natural.

Contribuindo com o debate, Santos (2004a) afirma que está emergindo um novo paradigma que tem na ciência social anti-positivista uma nova centralidade.

A crise do paradigma clássico, segundo Santos (2004a, 2004b), ocorre em razão de condições teóricas e sociais. As condições teóricas têm início com Einstein e a teoria da relatividade, com a mecânica quântica e diversos outros conhecimentos, especialmente nos campos da física e da biologia, sendo a teoria das estruturas dissipativas, de Ilya Prigogine, a maior expressão do paradigma emergente, pós-moderno. As condições sociais dizem respeito aos conceitos de ciência autônoma e de conhecimento desinteressado. Segundo o autor, durante muito tempo estas idéias constituíram a ideologia espontânea dos cientistas, mas têm sido abandonadas diante do fenômeno global da industrialização da ciência. Hoje, pode-se reconhecer que o aporte de recursos para a pesquisa científica ou a posse dos sofisticados equipamentos utilizados a fim de produzir conhecimento têm influência direta sobre a definição das aplicações da ciência e sobre a organização da investigação científica. A industrialização da ciência vem acarretando um compromisso com os centros de poder econômico, social e político, que passaram a ter um papel decisivo na definição das prioridades científicas.

De acordo com o sociólogo português, diante destes fatos incontestáveis - teóricos e sociais - emerge o novo paradigma, fruto de uma revolução científica de natureza bastante diversa da que ocorreu no Séc. XVI, *o paradigma de um conhecimento prudente para uma vida decente*:

Sendo uma revolução científica que ocorre numa sociedade ela própria revolucionada pela ciência, o paradigma a emergir dela não pode apenas ser um paradigma científico (o paradigma de um conhecimento prudente), tem que ser também um paradigma social (o paradigma de uma vida decente) (Santos, 2004a, p.60).

Assim, assumimos como orientação teórica para este trabalho a conjugação das concepções atuais da filosofia das ciências (Kuhn, 1998; Lakatos, 1998; Popper, 2000; Feyerabend, 2007) com o conceito contemporâneo de *complexidade* (Prigogine, Stengers, 1991; Morin, 2003, 2005, 2007; Santos, 2004a, 2004b) com o objetivo de analisar exposições de museus e centros de ciências a fim de identificar, nos espaços visitados, a presença de elementos que caracterizem o paradigma científico-social em ascensão, condensado em duas categorias de análise: a experimentação e a contextualização.

A *experimentação*, enquanto uma das ações possíveis na interatividade entre visitantes e exposição, de modo a avaliar o potencial dos equipamentos interativos em serem abordados segundo o paradigma hipotético-dedutivo, o que, de acordo com a literatura, é esperado desses recursos expositivos. Procurou-se verificar se, de fato, os equipamentos expostos possibilitam, se manipulados, construir hipóteses e testá-las, sendo possível ainda ao visitante que manipula - ou experimenta -, validar suas conclusões.

A *contextualização*, compreendida como a presença, no cenário expositivo, de elementos que visam relacionar o conhecimento à sua origem, à sua aplicação ou à experiência dos visitantes, como indicador de que as estratégias planejadas para as exposições buscaram acrescentar significados sociais à ciência ou favorecer que conhecimentos anteriores pudessem cumprir o papel de *teorias* sobre as quais seriam construídos conhecimentos novos. Nesse sentido, procurou-se

verificar se os aparatos interativos presentes nas exposições fazem parte de conjuntos que façam sentido, remetendo a questões científicas mais amplas, a situações cotidianas, a aplicações tecnológicas, a implicações sociais da ciência e da tecnologia, à história da formação do conhecimento, etc.

### **O procedimento de pesquisa**

O projeto foi inspirado na metodologia da pesquisa-ação (Elliot, 1998; Barbier, 2002; Schnetzler, 2003; Thiollent, 2003; Franco, 2005; Pimenta, 2005; Zeichner & Diniz-Pereira, 2005), envolvendo na proposta dez estudantes de cursos de Licenciatura (três licenciandos em Física, dois licenciandos em Matemática e cinco licenciandos em Química). Com este procedimento, há a expectativa de os resultados venham a interferir no campo profissional pela inserção de professores habituados a pesquisar, a refletir sobre a realidade observada, e que tenham conhecimento dos recursos disponibilizados pelos museus e centros de ciências como parceiros da educação formal.

Foram realizadas visitas a sete museus e centros de ciências cujas propostas educativas buscam a interatividade entre os equipamentos expostos e o público (seis no Rio de Janeiro e um em São Paulo).

Os participantes estiveram envolvidos em todas as etapas do projeto, desde o planejamento da pesquisa. Colaboraram com a definição do problema, o levantamento de hipóteses, a escolha do referencial teórico e dos procedimentos de pesquisa. Participaram também da coleta de dados e da análise dos resultados.

Cada exposição foi percorrida livremente pelos estudantes para que as observassem com a incumbência de registrar e analisar seis equipamentos cada um. O procedimento possibilitou formar uma amostra significativa de equipamentos, a maior parte deles analisados por mais de um observador. Os experimentos com uma única avaliação foram descartados.

A observação individual consistiu, primeiramente, em identificar os equipamentos que estavam disponíveis para serem manipulados como experimentos, ou seja, equipamentos cuja manipulação pudesse se dar em função de uma hipótese a ser confirmada ou rejeitada. Duas questões orientaram esta avaliação:

**Questão 1.** A manipulação do equipamento constitui-se como oportunidade para a reflexão sobre o fenômeno observado e para o levantamento de hipóteses? Isto é, ao manipular (ou ver manipular) o equipamento, o visitante pode questionar-se sobre “O que está acontecendo?” ou “Por que isto ocorre?”

**Questão 2.** É permitido, ao visitante, que manipule o equipamento de modo a testar suas hipóteses? Pode-se dizer que o equipamento permite que o visitante experimente?

Em seguida, duas questões relativas aos experimentos identificados visaram reconhecer, nas exposições, as condições necessárias para a apreensão da cultura científica em seu caráter complexo - como atividade criativa, socialmente construída, que reconhece as influências recíprocas entre ciência e sociedade:

**Questão 3:** Junto ao experimento analisado há recursos disponíveis para que o visitante, ao tirar conclusões em decorrência dos resultados obtidos, confronte estas conclusões com teorias científicas válidas (aceitas)?

**Questão 4:** Na exposição visitada, este experimento está relacionado a algum contexto a que se aplica (pesquisa científica, história do conhecimento, tecnologias, vida cotidiana, ou outro)?

As observações individuais foram debatidas em dois seminários conduzidos, registrados e analisados segundo a técnica de entrevista em grupo focal (Dias, 2000; Cruz Neto; Moreira & Sucena, 2002; Weller, 2006). A escolha desta técnica teve por objetivo explorar o diálogo em torno da avaliação de conceitos e da identificação de questões de interesse comum, de modo a abranger as opiniões formadas na interação entre os estudantes reunidos.

No primeiro seminário, imagens dos equipamentos interativos identificados como experimentos foram projetadas, para que reavivassem a memória da visita. O primeiro objetivo deste momento foi reconhecer os equipamentos interativos que podem ser usados para realizar experimentos, ou seja, que permitem ao visitante que experimenta, testar hipóteses e validar conclusões. O segundo objetivo foi identificar outros recursos existentes nas exposições, que possam acrescentar significados sociais ao conteúdo científico desses experimentos.

No segundo seminário, os estudantes foram solicitados a fazer uma análise crítica dos espaços visitados, a discutir as exposições, a informarem aspectos positivos que chamaram à atenção, aspectos negativos, ausências que foram sentidas, de modo a obter-se, com esse procedimento, as conclusões desse processo de pesquisa, construídas coletivamente.

Deste modo, foi obtida uma análise das exposições sob o ponto de vista dos visitantes, cujos resultados permitiram concluir sobre a organização das exposições, a forma como o público é levado a experimentar, o papel dos diferentes recursos museográficos e outras, fazendo do olhar crítico dos observadores contribuições importantes para o conhecimento das ações empreendidas pelos museus e centros de ciências visitados.

Estes espaços não serão identificados. Para cada um dos estudantes será usada a inicial de seu nome. O mediador que dirigiu os debates será identificado pela letra M.

## **Resultados e discussão**

Foram avaliados sessenta e sete equipamentos interativos dos museus e centros de ciências visitados. Destes, cinquenta e dois foram considerados adequados à realização de experimentos. Os restantes são demonstrações do tipo “aperte o botão”, modelos e jogos. Esses cinquenta e dois equipamentos interativos constituem a amostra analisada, cujos resultados, obtidos das respostas às questões que orientaram a observação, são apresentados a seguir:

- Quanto à experimentação:
  - Vinte e dois experimentos trazem painéis que orientam de maneira sucinta como usar o equipamento e que explicam brevemente os fenômenos que resultam da manipulação.
  - Em vinte e quatro experimentos não há informações sobre como manipular o equipamento exposto. Nestes, monitores orientaram a realização do experimento e forneceram explicações sobre os fenômenos observados.
  - Seis dos experimentos analisados não orientam sobre alguma forma de manipulá-lo e mostram-se difíceis para a abordagem espontânea, sem que haja monitores para estimular e orientar a manipulação.
- Quanto ao envolvimento dos experimentos em algum contexto de significação (pesquisa científica, história do conhecimento, tecnologias, vida cotidiana, ou outro):
  - Em sete experimentos o monitor apresentou um contexto em que este se aplica.

- Três dos experimentos fazem parte de exposições temáticas e estão relacionados ao tema.
- Quarenta e dois experimentos não estavam relacionados a um contexto que lhes conferisse significado.

Esses resultados permitem perceber que há uma grande lacuna, nas exposições, de elementos expositivos que favoreçam a abordagem dos equipamentos de forma a proporcionar a compreensão dos princípios e dos fatos científicos e tecnológicos pela reflexão que a observação de fenômenos suscita.

Estímulos à manipulação dos equipamentos de modo que os fenômenos sejam o ponto de partida para a elaboração de hipóteses e para o empreendimento de novas ações, ou seja, que provoquem que o visitante, curioso, permaneça experimentando, em geral não estão disponíveis aos visitantes que percorrem os espaços espontaneamente, sem estarem acompanhados de um monitor.

Referências à evolução dos conceitos científicos envolvidos nos fenômenos, à sua inserção no nosso cotidiano, aos produtos gerados pelo desenvolvimento científico e tecnológico, ou a questões sociais e ambientais que deles decorrem e que nos afligem são apenas eventuais.

Quase sempre isolados, tendo como principal apelo à manipulação sua aparência inusitada e lúdica, os equipamentos interativos estão aptos a proporcionar momentos divertidos e a despertar a curiosidade, o que certamente desfaz muitos mitos sobre as ciências, mas sujeitam à superficialidade a apreensão de conceitos e a aproximação com a cultura científica.

Pequenos trechos dos debates em que foram feitas as análises das exposições são apresentados a seguir. A intenção é expor a riqueza dessa construção coletiva e possibilitar que as conclusões formadas sejam melhor compreendidas:

**Cena 1.** O equipamento “Tubos sonoros” está sendo debatido. Trata-se de um conjunto de tubos ociosos, de comprimentos criteriosamente variados, que ao serem impactados por algum instrumento em uma de suas aberturas produzem sons na escala musical.

*M. Lá na exposição, tinha alguma coisa onde quem experimentasse pudesse confrontar suas idéias com a ciência aceita e ver se as conclusões a que está chegando são coerentes com o que os cientistas estão dizendo? Lá tinha alguma coisa pra ler, alguma explicação [...]?*

*J. Posso dizer sinceramente? Como explicação... pode dizer até como funciona, mas não explica cientificamente. Não diz exatamente o quê... É como se fosse uma brincadeira. Mas não tem a explicação científica. [...] Porque seria interessante se tivesse... vamos dizer... pegar um tubo desses e mostrasse o desenho da onda sonora com o valor do comprimento... a medida. Dó, por exemplo. Tal comprimento de onda, é tal frequência, é o dó. Por isso que num tubo de um metro e tanto, quando bater, emite o dó.*

*M. E está em algum contexto, está relacionado a algo que as pessoas conheçam, que faça sentido para as pessoas... está contextualizado, lá? Ou é só um objeto que a gente vai lá e mexe?*

*J. Bom, eu enxergo duas vertentes. Uma vertente das pessoas voltadas pro mundo acadêmico, que acompanham a vida escolar, e uma das que não acompanham. Pra uma pessoa que não acompanha, eu acho que a correlação com a vida... bom, tá... “eu faço som”. Pros alunos que estão mais lá na frente, pros professores, acho que é a parte mais falha: não diz o porquê que sai o som.*

O diálogo faz ver que, com o propósito de envolver todo tipo de público a fim de desmitificar a ciência, os museus e centros de ciências visitados deixam de fazer das visitas ao seu espaço oportunidades para uma aproximação maior, ou mais intensa, que permitam formar, com as mesmas experiências simples e comunicativas, sentidos mais amplos que os esperados de um público infantil ou leigo.

Esta constatação leva o estudante J. a sugerir que junto aos aparatos usados para experimentar estejam disponíveis algumas informações, ou dados, que sejam suportes para elaborações cognitivas mais específicas, do interesse de professores, por exemplo, ou de alunos dos níveis educacionais mais elevados. No caso, informações como o tamanho dos tubos e o comprimento de onda correspondente a cada nota musical. Essas informações, quando apropriadas por quem tenha condições de fazê-lo, facilitariam a construção de hipóteses quanto às razões *por que sai o som*. As hipóteses, testadas, poderiam levar a conclusões, em um processo de aprendizagem motivado pelo experimento.

**Cena 2.** Prossegue o debate, com o objetivo de elucidar como as construções cognitivas dos visitantes, quando ocorrem, podem ser validadas na exposição.

*M. A minha grande pergunta é assim: Eu estou chegando a uma conclusão... mas aquilo que eu estou pensando, será que faz sentido, dentro de um corpo de conhecimentos aceito pelos cientistas? E aí? Tem alguma coisa escrita, tem alguém...*

*J. Não. A maioria não esclarece.*

*F. Em todos os centros de ciências que eu fui, não tinha nada pra você comprovar... Alguma coisa que tinha era dizendo o que era o experimento, mais ou menos como é que ele funcionava. Muito pouca teoria... quer dizer, se você quisesse esclarecer alguma coisa, tinha que perguntar ao monitor.*

O que se percebe é que, nas exposições visitadas, o fundamento científico dos fenômenos observados não está disponível. Um dos estudantes observa que os painéis existentes algumas vezes esclarecem como o equipamento funciona, mas não qual ou quais teorias científicas explicam aqueles fenômenos. Em geral, os visitantes não têm como confrontar suas teorias, construídas com manipulação dos equipamentos interativos, com as que vigoram, aceitas pela comunidade científica. Os monitores que acompanham as visitas surgem como uma alternativa para se obter uma explicação ao manipular o equipamento, mas este não é o seu papel e, consideradas as suas possibilidades, nem sempre atendem à expectativa de quem deseja compreender melhor o experimento realizado.

**Cena 3:** A responsabilidade que é dada aos monitores para o sucesso da visita e sua preparação para atuarem na condução dos experimentos preocupa os estudantes-pesquisadores, possivelmente porque alguns deles já tenham feito ou estejam fazendo monitoria em alguns dos espaços visitados. O mediador, então, faz um comentário, e encaminha um novo questionamento:

*M. O monitor tem uma atribuição da máxima importância nesses espaços, que é de colocar você no contato proveitoso com aquele experimento, senão você pode “passar batido”. Eu sempre cito como exemplo uma situação que eu vi, em que tinha aqueles espelhos em ângulos que fazem um monte de imagens diferentes, mas não tinha monitor nem tinha nada escrito. E aí, passou uma família, a menina chegou, arrumou a roupa, olhou de um lado, olhou de outro e foi embora. A mãe também... chegou, ajeitou o cabelo e foi embora. Passaram ali duas pessoas que se olharam no espelho, e qual foi o experimento? Então, eu quero aproveitar a oportunidade pra fazer uma provocação. Quando a gente lê sobre eles, a gente lê: “aparatos interativos... experimentos...” Mas são realmente interativos? São realmente experimentos?*

*R. No meu entender a interatividade vem com o pré-conhecimento. Eu vejo um espelho... pra mim é só um espelho, eu vou arrumar o meu cabelo, vou arrumar a minha roupa e vou embora. Agora, se eu tenho o pré-conhecimento que aquele espelho rebate a minha imagem e eu posso formar uma noção diferente daquilo que eu to vendo, aí eu vou interagir com o experimento.*

Nesta fala está expresso o sentimento de R., de que conhecimentos não se constroem *no vazio*. O que traz à reflexão o valor do contexto para a apreensão de significados e para a apropriação da cultura científica, visto que apenas em situações muito específicas os materiais expostos são acompanhados de referências a outras questões científicas ou a situações da vida prática que remetam a conhecimentos previamente adquiridos, de alguma forma relacionados àquela situação de aprendizagem. Estes conhecimentos, que não precisam ser explicitamente informados, é que assumirão o papel de *matriz teórica* sobre a qual serão interpretados os

fenômenos resultantes da interatividade. Sem que os visitantes despertem para esses conhecimentos prévios, as exposições, organizadas com a intenção de envolver o público na cultura científica, o farão com base no empirismo e no pensamento indutivo, e não segundo a lógica dedutiva que pretende ter, na manipulação dos equipamentos, a base para a elaboração de hipóteses e a formação de conclusões que justificam a sua presença nos museus de ciências contemporâneos.

R. continua sua resposta ao questionamento, valorizando a atuação do monitor como alguém que usa do seu próprio saber para organizar a atividade e orientar a exploração do equipamento, ou seja, para levar os visitantes a experimentarem e, assim, aumentarem suas chances de aproximarem-se da cultura científica.

*R. Eu entendo que o monitor tem que ser um provocador... Se houver algum experimento que você possa interagir... por exemplo: tem um interessante, chamado Disco de Newton. A pessoa muda o disco, ela mesma gira, ela mesma vê o efeito. Aquilo, eu acho interessante. Mas aí, o monitor fica ali provocando: “Se mudar?” “E se você fizer assim?” “Se colocar mais azul?” “Se no lugar do disco que tem um zig-zag, você tiver um com um monte de bolinhas?” “O que que acontece?” Aí a pessoa vai se interessar pelo assunto e certamente ela vai sair dali e vai querer saber aquilo. E saber mais, fora dali. Aí o monitor cumpriu seu papel: seu papel social educacional no centro de ciências.*

Na fala de R. transparece o sentido da interatividade enquanto experimentação. O exemplo dado é o da condução do experimento de forma a levar os visitantes a olhar com interesse e curiosidade o equipamento, fazê-los questionar-se e interagir, estimulá-los a construir e testar hipóteses com a manipulação até que formem conclusões ou se interessem por saber mais. A resposta de R. ao questionamento, embora não afirme que a interação com os equipamentos se dá, de fato, como experimentação, diz como os monitores conduzem as atividades para fazer da manipulação oportunidade para que o público interaja envolvendo-se intelectualmente com os fenômenos observados. Isto significa que, mesmo que os cenários expositivos, da forma como estão organizados, favoreçam a lógica empírico-indutivista, o treinamento dado aos monitores tem se pautado no pensamento hipotético-dedutivo.

**Cena 4:** Está ocorrendo um debate bastante acalorado sobre a existência, ou não, de um contexto para o experimento analisado. O experimento em discussão é chamado “Ilusão de óptica”. O equipamento consiste em um conjunto de duas calotas que se acoplam formando um disco com superfícies internas refletoras. Na parte superior desse conjunto há um orifício circular. Dentro está um objeto – no caso, uma moeda. A imagem do objeto é projetada para fora do conjunto, junto à abertura superior. Quem manipula o equipamento é provocado a pegar o objeto que, supostamente, está sobre o disco.

*M. Pra gente continuar, eu queria saber se ele está contextualizado ali, se ele....*

*T. Contextualizado?!*

*M. É, se lá ele está num contexto... se tem alguma coisa a ver com algo que a gente viva no dia a dia....*

*J. Não.*

*T. Mas pessoal... Qual a proposta de um museu de ciências? É tipo... popularizar o conhecimento científico... pra todos!*

*F. É... popularizar o conhecimento científico. Não contextualizar, com sua vida!*

*T. Popularizar é contextualizar, cara!*

*F. Não... Sinceramente, eles estão mais preocupados em colocar a ciência....*

*T. (interrompendo) Não tô dizendo que eles não estão preocupados... tô querendo entender qual é a proposta do museu...*

*F. A proposta do museu é levar a Física pra você. Não ligar a física com seu dia-a-dia!*

*T. Não! A Física (ênfatiza a palavra 'física') não!...*

*F. A "Física", entre aspas. Nesse experimento, por exemplo...*

*T. Como é que você vai levar a Física pra mim, se você não tá indo direto no meu dia-a-dia? Como é que eu vou enxergar?*

*J. Bom ... Não está contextualizado. É interessante? É. É importante? Sim. Tá contextualizado? Não!*

Neste debate está expressa a natureza da ciência que está presente nos cenários expositivos analisados: a de ciência pura, precisa, lógica, ou seja, a de ciência positivista. Embora T. esteja argumentando a favor de que se busque criar contextos significativos nas exposições, o que se tem, enquanto resultado das suas e de outras observações, é que os equipamentos estão expostos fora de qualquer contexto, deixando claro que as exposições interativas não estão organizadas segundo o paradigma da complexidade.

## Conclusões

Os centros e museus de ciências visitados são reconhecidos como instituições avançadas, um exemplo notável de consciência do importante papel das instituições culturais na construção da cidadania. Esses espaços propõem-se à popularização da ciência oferecendo aos visitantes exposições vibrantes, atraentes, em que a presença significativa de equipamentos interativos busca despertar a curiosidade e tornar alegre e prazeroso o contato com os fenômenos científicos, contribuindo para a aproximação entre ciência e público.

Com esta pesquisa, procuramos encontrar nas exposições interativas evidências de que o pensamento complexo do estágio atual do desenvolvimento da ciência estivesse presente na organização de suas atividades, o que não ocorreu. Respeitando-se as diferenças que seguramente há entre elas, pode-se dizer que, mesmo nas exposições temáticas, praticamente inexistem recursos que relacionam os equipamentos interativos à origem do conhecimento, à sua aplicação e à experiência dos visitantes, o que identificaria, nos espaços visitados, a orientação do paradigma científico-social em ascensão.

No que diz respeito à primeira categoria de análise, a experimentação, os resultados revelam haver algumas dificuldades para que o público dos museus e centros de ciências possa vivenciar a interatividade sem o risco do cientificismo induzido apenas pelo uso de procedimentos participativos e interativos nas exposições. Os equipamentos, em geral, são manipulados com curiosidade, mas sem reflexão, visto não haver uma base teórica que dê suporte ao observado, produzindo resultados imediatos e ilusoriamente puros. A ciência expressa nessa experimentação é a ciência clássica, que procura por dados observacionais neutros, desprovidos de qualquer interpretação.

Uma experimentação fundada no paradigma que vem se impondo precisaria ter, no cenário dos experimentos, dados ou informações complementares que auxiliassem a construção de hipóteses e que mobilizassem conhecimentos anteriores a serem usados como um sistema de referências, apoiando a escolha dos procedimentos experimentais e levando a conclusões coerentes com um corpo de conhecimentos aceito. Também deveria haver, disponíveis no contexto das exposições, meios que possibilitassem ao visitante que manipula e experimenta validar suas conclusões.

Quanto à segunda categoria de análise, a contextualização, esta foi procurada nos recursos expositivos que pudessem acrescentar significados sociais ao conteúdo científico dos experimentos, mostrando-se muito ausente dos espaços visitados.

As exposições mostram coerência com o paradigma clássico. A ciência conformada neste paradigma, ciência positivista, pressupõe a separação total entre a natureza e o ser humano. A quase total ausência da história da evolução dos conhecimentos científicos expostos, das perspectivas culturais envolvidas em sua elaboração, das implicações sociais e ambientais desses conhecimentos, denota o afastamento das exposições científicas em relação à recente ciência da complexidade, segundo a qual “os desenvolvimentos científicos, técnicos e sociológicos estão cada vez mais em inter-retroações estreitas e múltiplas” (Morin, 2003, p. 19).

Os centros de ciências e os museus contemporâneos vivem o desafio de acompanhar a direção na qual caminha a construção do conhecimento para, tendo-a como base e exemplo, construir sua prática pedagógica. A questão que se coloca, então, é *como* proporcionar significado às exposições científicas? Um significado que, de acordo com Mintz (2004, p. 18), seja “realmente o sentido da vida, e não como as coisas funcionam”?

Para responder a essas indagações é preciso pensar em pelo menos dois aspectos essenciais das ações dos museus e dos centros de ciências. Suas práticas comunicativas e a pedagogia das exposições.

A comunicação, nesses espaços, possivelmente irá recorrer a todas as linguagens que venham a contribuir para o envolvimento do público com a exposição, proporcionando que dela seja tirado o máximo proveito e que seja favorecida a percepção pública da ciência explorando conceitos e técnicas em que os aspectos sociais e culturais desse conhecimento estejam incorporados (Valente, Caselli & Alves, 2005).

Quanto à pedagogia das exposições, identificamos que a teoria das aprendizagens significativas de David Ausubel (Ausubel, 1968; Moreira & Masini, 2006) encontra similaridades com a epistemologia pós-positivista. Discuti-la como referencial pedagógico para a organização das exposições que se pretendam fundamentadas no paradigma da complexidade é nossa intenção enquanto desdobramento da pesquisa que acabamos de relatar.

### **Considerações finais**

Este trabalho trouxe uma interpretação das exposições de sete museus e centros de ciências sob a ótica de um grupo de visitantes que tem por essas instituições muito carinho e um profundo respeito. Esperamos que os resultados alcançados possam contribuir com esses espaços, a partir da reflexão sobre os aspectos discutidos.

Nossos agradecimentos aos responsáveis pelos espaços visitados pelo desprendimento com que receberam esta pesquisa.

A ciência também está num período de transição. Partimos da visão geométrica clássica na direção de uma nova descrição da natureza na qual o elemento narrativo é essencial. A natureza nos conta uma "história". Mas ela exige novas ferramentas operacionais e novas visões com relação ao espaço e ao tempo. Acredito que começamos a ver a direção em que teremos que ir para nos capacitarmos a incluir esses novos aspectos narrativos em nossa descrição fundamental da natureza (Prigogini, 1997).

### **Referências**

Ab’Sáber, A. N. (1998). Espaços complementares de educação. In Crestana, S.; Castro, M. G. & Pereira, G. (org.). *Centros e Museus de Ciência: visões e experiências*. (pp. 27-31). São Paulo: Saraiva.

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Barbier, R. (2002). *A pesquisa-ação*. Brasília: Plano
- Cazelli, S.; Marandino, M. & Studart, D.C. (2003). Educação e comunicação em museus de ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. In Gouvêa, G.; Marandino, M. & Leal M.C. (Org.) *Educação e museu: A construção social do caráter educativo dos museus de ciências*. (pp. 83-106). Rio de Janeiro: Access.
- Cazelli, S.; Queiroz, G.; Alves, F.; Falcão, D.; Valente, M.E.; Gouvêa, G. & Colinvaux, D. (2002). *Tendências pedagógicas das exposições de um museu de ciência*. In Guimarães, V.F & Silva, G.A.(org.). Seminário Internacional de Implantação de Centros e Museus de Ciência. Rio de Janeiro: 2002. Anais. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 208-218.
- Colinvaux, D. (2005). Museus de ciências e psicologia: interatividade, experimentação e contexto. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 12 (suplemento), 79-91.
- Cruz Neto, O.; Moreira, M. R. & Sucena, L. F. M. (2002). *Grupos Focais e Pesquisa Social Qualitativa: o debate orientado como técnica de investigação*. In Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, XIII, Ouro Preto/MG, 2002. p. 1-26. Anais eletrônicos. Acesso em 26 out. 2007, [http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com\\_JUV\\_PO27\\_Neto\\_texto.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com_JUV_PO27_Neto_texto.pdf)
- Dias, C. A. (2000). Grupo Focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. *Informação e Sociedade: Estudos*, 10 (2), [on line] Acesso em 26 out. 2007, <http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/viewFile/330/252>.
- Elliot, J. (1998). Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In Geraldi, C. M. G.; Fiorentini, D. & Pereira, E. M. A. (Org.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)* (pp.137-152). Campinas: Mercado das Letras.
- Falcão, D.; Alves, F.; Kapras, S. & Colinvaux, D. (2003). Museus de ciência, aprendizagem e modelos mentais. In Gouvêa, G.; Marandino, M. & Leal. M.C. (Org.) *Educação e museu: A construção social do caráter educativo dos museus de ciências*. (pp.185-206). Rio de Janeiro: Access.
- Feyerabend, P. (2007). *Contra o método*. São Paulo: UNESP.
- Franco, M.A.S. (2005). Pedagogia da Pesquisa-Ação. *Educação e Pesquisa*, 3, 483-502. Acesso em 25 mar. 2008, <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a11v31n3.pdf>
- Gaspar, A. & Hamburger, E.W. (2001). Museus e Centros de Ciências: Conceituações e propostas de um referencial teórico. In Nardi, R.. *Pesquisas em Ensino de Física* (pp. 115-135). São Paulo: Escrituras.
- Gil-Pérez, D.; Montoro, I. F.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7, 125-153. Acesso em 23 mar. 2008, [www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/include/getdoc.php?id=346&article=100&mode=pdf](http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/include/getdoc.php?id=346&article=100&mode=pdf)
- Goldemberg, J. (1998). Museus de Ciência. In Crestana, S.; Castro, M. G. & Pereira, G. (org.). *Centros e Museus de Ciência: visões e experiências*. (pp. 33-35). São Paulo: Saraiva.
- Gouvea, G. & Marandino, M. (1998). *Paradigmas em exposições de museus de ciência e tecnologia*. In Terrazan, E.A.; Pierson, A.C.; Martins, I. & Franco, C. (org.). Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, VI, Florianópolis/SC, 1998. Atas. CD-Rom.

- Kuhn, T. (1998). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Lakatos, I. (1998). *Historia da ciência e suas reconstruções racionais*. Coimbra: Edições 70.
- Lins de Barros, H. (s. d.) *O Museu de Ciências na Educação*. Rio de Janeiro: MAST.
- Marandino, M. (2005). Museus de Ciências como espaços de educação. In Figueiredo, B. G. & Vidal, D. G. (org.). *Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna* (pp.165-175). Belo Horizonte: Argumentum; Brasília, DF: CNPq.
- Mintz, A. (2004). *Ciência, sociedade e centros de ciência*. In 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, Rio de Janeiro: 2004. Anais eletrônicos. Acesso em 21 out. 2009. Disponível em <http://www.museudavida.fiocruz.br/4scwc/>.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (2001). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro
- Morin, E. (2003). *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- \_\_\_\_\_. (2005). *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina.
- Nascimento, S. S. (2005). O desafio de construção de uma nova prática educativa para os museus. In Figueiredo, B. G. & Vidal, D. G. (org.). *Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna* (pp. 221-239). Belo Horizonte: Argumentum; Brasília, DF: CNPq.
- Padilla, J. (2001). Conceptos de Museos y Centros Interactivos. In Crestana, S. (coord.). *Educação para a ciência: curso para treinamento em centros e museus de ciências* (pp. 113-141). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Pavão, A.C.; Faltay, P. & Lima, M.E.C. (2001). O Espaço Ciência no contexto das propostas museológicas. In Crestana, S. (org) *Educação para a ciência: curso para treinamento em centros e museus de ciências* (p.p. 215-222). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Pereira, G.R. (2007). *Do Lúdico ao Científico: construção e avaliação de módulos experimentais de Óptica em museus de ciências e em ambientes escolares*. Dissertação [Mestrado em Ciências]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.
- Pimenta, S. G. (2005). Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. *Educação e Pesquisa*, 31, 521-539. Acesso em 25 mar. 2008, <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a13v31n3.pdf>
- Popper, K. (2000). *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix.
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1991). *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Prigogini, I. (1997). A ciência numa era de transição. *Parcerias Estratégicas*, 1(3) [on line]. Acesso em 02 abr. 2007. <http://ftp.mct.gov.br/CEE/revista/Parcerias3/ciencia.htm>
- Saad, F. D. (1998). Centro de Ciências: as atuais vitrinas do mundo da difusão científica. In Crestana, S.; Castro, M. G. & Pereira, G. (org.). *Centros e Museus de Ciência: visões e experiências*. (pp. 21-25). São Paulo: Saraiva.
- Santos, B. S. (2004a). *Um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez.
- Santos, B. S. (2004b). (Org.) *Conhecimento prudente para uma vida decente*. São Paulo: Cortez.

Schnetzler, R. P. & Rosa, M.I.F.P.S. (2003). A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 9, 27-39. Acesso em 25 mar. 2008, [www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=178&article=62&mode=pdf](http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=178&article=62&mode=pdf)

Thiollent, M. (2003). *Metodologia da pesquisa-ação*. 12ª ed. São Paulo: Cortez.

Valente, M.E.; Cazelli, S. & Alves, F. (2005). Museus, ciência e educação: novos desafios. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12 (suplemento), 183-203.

Van-Praët, M. (2003). A educação no museu: divulgar “saberes verdadeiros” com “coisas falsas”. In Gouvêa, G.; Marandino, M. & Leal, M.C. (org.). *Educação e museu: A construção social do caráter educativo dos museus de ciências* (pp. 47-62). Rio de Janeiro: Access.

Vieira, E.; Santos, M.B. & Moraes, R. (2006). *Interatividade em museus e centro de ciências*. II Reunião Regional da SBPC/RS – Porto Alegre: 2006. Atas... CD-ROM.

Wagensberg, J. (2004). *O museu “total”, uma ferramenta para a mudança social*. In 4º Congresso Mundial de Centros de Ciência, Rio de Janeiro: 2004. Anais eletrônicos. Acesso em 21 out. 2009. Disponível em <http://www.museudavida.fiocruz.br/4scwc/>.

Weller, W. (2006). Grupos de discussão na pesquisa com adolescentes e jovens: aportes teórico-metodológicos e análise de uma experiência com o método. *Educação e Pesquisa*, 32 (2), 241-260. Acesso em 26 out. 2007, <http://www.scielo.br/pdf/ep/v32n2/a03v32n2.pdf>.

Zeichner, K.M. & Diniz-Pereira, J.E. (2005). Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. *Cadernos de Pesquisa*, 35, 63-80. Acesso em 16 fev. 2008, <http://www.scielo.br/pdf/cp/v35n125/a0535125.pdf>

Recebido em: 19.06.08

Aceito em: 21.12.09