

TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS DAS EXPOSIÇÕES DE UM MUSEU DE CIÊNCIA

Sibele Cazelli

Glória Queiroz

Fátima Alves

Douglas Falcão

Maria Esther Valente

Guaracira Gouvêa

Dominique Colinvaux

Museu de Astronomia e Ciências Afins

Universidade Federal Fluminense

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo esboçar algumas dimensões para uma pedagogia museal direcionada aos museus de ciência e tecnologia. Para tal, mostra-se inicialmente um panorama das principais tendências pedagógicas da educação formal no Brasil e suas inserções na educação em ciências. A seguir, apresenta-se o desenrolar da perspectiva educativa, ao longo das diferentes gerações dos museus de ciência, identificando-se características das tendências da educação formal presentes em suas exposições - meios peculiares de comunicação dessas instituições. A partir deste estudo, as exposições do Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST são analisadas, de modo a destacar evidências que possibilitam reconhecer nas apresentações expositivas, tendências pedagógicas da educação formal. Por fim, são delineadas algumas dimensões que apontam para uma nova geração de museu de ciência, que busque garantir o compromisso básico da indispensável negociação com o público visitante, com a intenção de promover o encontro de horizontes deste com o da equipe de profissionais dessas instituições.

Introdução

A educação em ciências nos dias de hoje não pode mais se ater ao contexto estritamente escolar. Esta afirmação, cada vez mais presente entre educadores em ciências, enfatiza o papel de espaços de educação não formal, como museus de ciência e tecnologia, para a alfabetização científica dos indivíduos. Na direção desta demanda e considerando as singularidades da instituição museu, o presente trabalho tem como objetivo esboçar uma pedagogia museal. Para isso, na primeira parte, apresenta-se um panorama das principais tendências pedagógicas da educação e como elas se expressam na educação em ciências. No momento seguinte, discute-se o desenrolar da perspectiva educativa ao longo da história dos museus de ciência e identificam-se características das tendências da educação presentes nas exposições - meios peculiares de comunicação desses espaços. Em seguida, procura-se articular como tais tendências pedagógicas estão presentes nas exposições do Museu de Astronomia e Ciências Afins – MAST, a partir da análise de suas concepções, como forma de delinear dimensões de uma pedagogia específica para instituições desta natureza.

Tendências pedagógicas na educação

No campo da educação brasileira pode-se, de acordo com Libâneo (1994), classificar as tendências pedagógicas em dois grupos: as de caráter liberal - pedagogia tradicional,

pedagogia renovada e tecnicismo educacional e as de caráter progressista - pedagogia libertadora e pedagogia crítico social dos conteúdos. Muitas vezes encontram-se ainda outras formas que misturam elementos de duas ou mais destas tendências.

O termo liberal vem da justificativa dos sistemas capitalistas que buscam defender a predominância da liberdade e dos interesses individuais na sociedade. Nas pedagogias liberais a função da escola é a de preparar os indivíduos para atuarem na sociedade, segundo suas aptidões, adequando-os às normas vigentes. As diferenças de classe social não são levadas em conta, cabendo a cada um o esforço de procurar o seu aprimoramento pessoal, qualquer que seja a sua condição inicial.

Na pedagogia liberal-tradicional o ensino é centrado no professor que, diante de uma platéia considerada *tabula rasa*, transmite oralmente, de forma organizada e com o auxílio de recursos audio-visuais, um conjunto de conteúdos consolidados universalmente. Esta herança cultural, considerada o melhor produto do conhecimento ocidental, deve ser repassada às novas gerações. Aos alunos, que devem ser mantidos em atitude passiva, cabe a reprodução memorizada do que ouviram durante as aulas. Além disso, percebe-se a neutralidade deste tipo de ensino face a questões de natureza sócio-política.

Uma pedagogia renovada, ainda liberal, começa a nascer no contexto internacional, no final do século dezenove, em contraposição à tradicional, e vem a ter destaque no Brasil durante o movimento da Escola Nova na década de 1930. A pedagogia nova enfatiza a atividade da vida humana, principalmente do ponto de vista psicológico, incorporando ao longo do tempo resultados de pesquisas dos trabalhos iniciais de Piaget sobre o papel fundamental da ação para o pensamento lógico dos indivíduos em processo de desenvolvimento. A idéia dos alunos como sujeitos ativos durante a aprendizagem ganhou força na pedagogia escolanovista. Seus interesses, suas necessidades, suas capacidades individuais passaram a ser considerados fundamentais para uma educação efetiva e duradoura. O professor, ator principal na pedagogia tradicional, passa a ser o mediador entre alunos e conteúdos escolares. Todo esse ensino renovado-progressivista desconsidera, como o anterior, o contexto sócio-político. O que se passa no interior da escola tem uma autonomia marcante em relação aos problemas sociais, econômicos e políticos em ebulição fora dela.

No período posterior a 1960 desponta no Brasil a pedagogia liberal-tecnicista, que no final desta mesma década tornou-se predominante. Caracterizado por uma metodologia instrumental centrada em métodos que trazem para o ensino a aplicação de tecnologias, o campo da educação se viu marcado pela valorização do esforço e da recompensa como chaves para a aprendizagem. No *ensino programado* a fragmentação do conhecimento em unidades mínimas procura garantir a assimilação imediata, passível de avaliação da capacidade reprodutiva dos alunos. Valorizando o uso de métodos e técnicas precisos para o ensino, a escola contribui para formar novos usuários e produtores da tecnologia em crescimento no país e no mundo. A organização lógica e psicológica dos conteúdos é preparada por especialistas que entregam ao professor um material instrucional pronto para ser aplicado eficazmente. Em contraposição às tendências pedagógicas anteriormente descritas, surgem novas tendências com um caráter progressista que trazem como ponto forte a dimensão político-social. A pedagogia progressista libertadora de Paulo Freire concebe a construção do conhecimento como sendo realizada pelo diálogo entre educadores-educandos, mediada pela realidade concreta em que vivem. Assim, os conteúdos são extraídos e apreendidos dessa realidade, estudados e novamente retornam a ela, no sentido de transformá-la. No Brasil, esta tendência foi responsável pelo movimento social denominado educação popular, voltado para

as camadas sociais menos favorecidas economicamente. Seu objetivo é o de engajar esses grupos na luta política, daí sua atuação ser mais efetiva na educação extra escolar, apesar de presente também nas escolas. Esta pedagogia tem encontrado adeptos em muitos outros países.

Procurando atender à multidimensionalidade do processo educativo, uma nova tendência, a pedagogia progressista crítico-social dos conteúdos, surge como alternativa ao tecnicismo, em virtude das críticas severas que este desperta na comunidade de educadores durante a década de 1970. Trazendo os conteúdos para o cerne da discussão, reavaliando-os continuamente face ao contexto sócio-cultural dos estudantes, esta tendência pedagógica tem na democratização dos conhecimentos a principal tarefa da escola na nossa sociedade, garantindo desse modo uma cultura de base para que todos os estudantes possam utilizá-la no seu cotidiano. As experiências da vida dos alunos são levadas em conta desde o início do processo de ensino-aprendizagem. O professor, que por um lado busca conhecer este cotidiano, deve ajudá-los a ultrapassar seus saberes por meio do desenvolvimento do senso crítico e da apresentação de conteúdos novos que possam levá-los a uma forma de elaboração superior, possibilitando assim uma transformação da sociedade.

Nesta abordagem, os conteúdos deixam de ser apenas os conhecimentos de cada disciplina de ensino e passam a ser o conjunto de conhecimentos e habilidades que retratam a experiência social da humanidade. O caráter histórico-crítico dos conteúdos é altamente considerado nas propostas baseadas nesta perspectiva. Na medida em que o saber escolar é colocado em confronto com a prática da vida real, possibilita-se o alargamento dos conhecimentos e uma visão mais científica e mais crítica da realidade. Nesta tendência fica claro que se deve ir do saber ao engajamento político, mas não o inverso, sob o risco de se cair em uma forma de pedagogia ideológica tão fechada quanto as abordagens anteriores.

Tendências pedagógicas na educação em ciências

No ensino de ciências as tendências tradicional e tecnicista se refletiram em aulas expositivas com intensa memorização e em um conjunto de projetos de ensino-aprendizagem programados baseados no método científico, respectivamente. Seguem-se metodologias ativas que se inscrevem na tradição da pedagogia escolanovista que enfatiza a ação do sujeito na aprendizagem.

A pesquisa em educação em ciências ganhou uma dimensão maior a partir do final da década de 1970 e início da de 1980 por meio da abertura de novas linhas de investigação e do envolvimento de número maior de pesquisadores. Tais linhas, consideradas até hoje na área, abrangem: a perspectiva cognitivista/construtivista centrada nos processos de ensino-aprendizagem, as abordagens que resgatam a dimensão social procurando vincular o ensino de ciências com a idéia de escola como fator importante na transformação social e a abordagem histórica e filosófica da ciência (Marandino, 1994).

Dentro da perspectiva cognitivista/construtivista o conhecido movimento das concepções alternativas (MCA) proporcionou um amplo mapeamento das explicações dadas pelos alunos antes e durante a aprendizagem formal das mais diversas áreas. Tais explicações geralmente não coincidem com o conhecimento produzido pela ciência a ser transposto pelo professor para a sala de aula. Além disso, são persistentes e não se modificam facilmente mediante o ensino. Assim sendo, os estudos foram encaminhados no sentido de realizar

mudança conceitual da concepção alternativa para o conceito científico, em um processo que entende a aprendizagem não como uma simples recepção mas como uma reorganização ou um desenvolvimento das idéias prévias dos alunos.

Acreditava-se que insatisfações com estas idéias geradas por conflitos entre as previsões feitas e os resultados observados promovessem a adoção das novas concepções desde que estas fossem inteligíveis, plausíveis e frutíferas (Posner et al., 1982). Este movimento foi importante já que possibilitou caminhos didáticos para uma educação em ciências que valoriza os conhecimentos prévios dos alunos como elemento essencial para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Com isto, algumas propostas de transferência dos resultados de pesquisa para a prática da sala de aula começaram a levar em conta o cotidiano dos alunos, mesclando conteúdos científicos com a problemática social dos alunos envolvidos. Nestes processos considera-se importante a experimentação que leva em conta os conhecimentos prévios dos alunos acerca de objetos e eventos do dia-a-dia. Cabe ressaltar que a consideração dos conhecimentos dos alunos nas salas de aula de ciências ocorreu paralelamente ao surgimento da tendência crítico-social dos conteúdos na educação em geral.

Apesar do certo êxito, apontado em alguns trabalhos, na modificação de algumas dessas idéias alternativas dos alunos, parece que passado um certo tempo muitas delas reaparecem, inclusive depois de várias situações de aprendizagem de um mesmo assunto. Esta resistência à mudança é um dos resultados mais significativos das investigações realizadas. Talvez o que tenha ficado claro é que aprender um conceito científico é mais que a reordenação de conceitos existentes e/ou a junção de fatos à estrutura anterior do aluno. Isto implica necessariamente a construção de todo um novo quadro conceitual, a partir de elementos já presentes.

A ausência de um marco teórico claro que integrasse boa parte dos resultados empíricos e algumas das idéias teóricas que surgiram para explicar alguns aspectos relacionados com as características, origem e mudança dessas idéias levou a evidenciar algumas limitação do MCA. Assim a mudança conceitual passa a ser considerada um processo muito mais complexo e que deve ser pensado de outra maneira, mais como uma *evolução conceitual* do que como uma substituição de concepções (Moreira, 1997).

Atualmente destaca-se a temática dos modelos mentais e da modelagem que traz uma nova perspectiva à discussão sobre a cognição humana. Definindo modelo como representação de uma idéia, objeto, evento, processo ou sistema e modelagem como o processo de construção de modelos, os modelos mentais são considerados construções pessoais podem ser expressas por meio da fala, da escrita, do desenho etc.

O estudo dos processos de modelagem traz uma perspectiva para a compreensão da construção dos modelos mentais, no sentido de superar algumas limitações do MCA, como por exemplo "o caráter freqüentemente local das concepções alternativas; a dificuldade em apresentar interpretações de conjunto a partir de concepções alternativas derivadas de diferentes domínios; a dificuldade em desenvolver abordagens teóricas mais densas para os fenômenos educacionais" (Franco et al., 1997 p.161). Ao mesmo tempo, modelos são uma ferramenta de ensino, gerando modelos pedagógicos elaborados pelos professores de modo a levar os alunos a compreender os modelos consensuais da ciência (Krapas et al., 1997).

Por outro lado, as linhas de pesquisa que resgatam a dimensão social da educação em ciências, inspiradas por exemplo em Paulo Freire, consideram importante a leitura do mundo pelos educandos, sugerindo uma disponibilidade para o diálogo entre educadores-educandos sobre conteúdos científicos dinâmicos e concretos, que venham a contribuir para a mudança da realidade social. Para Freire (1996) o aprender passa pela evolução de idéias do senso comum sobre a realidade, geradas por uma curiosidade ingênua, para o conhecimento científico levando os indivíduos a atuarem com *curiosidade epistemológica*, de maior potencial crítico e transformador. Os desafios deste tipo de abordagem, segundo Marandino (1994), passam pela escolha de temas geradores que estejam de acordo com as possibilidades cognitivas dos alunos e também pela opção por conteúdos mais propícios de se trabalhar a lógica das relações sociais e o desenvolvimento dos alunos ao mesmo tempo. Segundo Delizoicov e Angotti (1990) o processo de ensino-aprendizagem deve passar por três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento.

Nas perspectivas citadas, os aspectos históricos e culturais são utilizados de acordo com as suas especificidades. As abordagens que dão ênfase ao cognitivismo consideram as muitas similaridades entre os pensamentos dos alunos e os dos cientistas de outras épocas, criando-se caminhos para possibilitar nos alunos mudanças conceituais. Por outro lado, existem diferenças entre estes pensamentos que só conseguem ser explicadas sob um enfoque histórico-social, uma vez que é grande a influência na ciência da visão hegemônica de mundo em um dado momento histórico. Os dois lados da questão são importantes para o entendimento do processo de construção do conhecimento científico como atividade humana, em interação com a natureza e a sociedade. Com isso o próprio processo passou a fazer parte do conhecimento científico a ser ensinado e aprendido na escola e questões contemporâneas da filosofia das ciências, que criticam o positivismo indutivista, se somaram às demais questões das pesquisas para dar corpo a um abrangente movimento construtivista do ensino-aprendizagem de ciências.

Segundo Pietrocola (1998 p.2), “especificamente na educação científica, os questionamentos aos preceitos empiricistas foram benéficos, na medida em que atenuaram o valor atribuído ao ensino do método científico e colocaram em cheque a fundamentação da concepção educacional conhecida como *método da redescoberta*, ambos com forte inspiração empiricista”. Baseando-se em Kuhn (1977) e Popper (1972) entre outros, novas abordagens repudiaram a existência de um só método para o fazer científico, o qual conduziria à descoberta de conhecimentos verdadeiros, e estudaram características, condições e valores presentes na construção do conhecimento científico.

Em abordagens mais recentes considera-se que a instituição escolar desempenha um papel importante na vida dos alunos e da sociedade em geral. O processo de ensino-aprendizagem nela realizado não deve se limitar aos acontecimentos e objetivos da própria escola. Nelas entende-se que o ensino de ciências deve ir além do entendimento dos seus conteúdos disciplinares e do processo da construção do conhecimento científico (Pietrocola, 1998), voltando-se também para os aspectos relacionados ao uso que os alunos farão desse conhecimento. Mais uma vez esta questão pode ser abordada com ênfase mais cognitivista ou mais sociológica.

Concordante com esta perspectiva a vertente Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) está fortemente associada à idéia de que os resultados científicos e tecnológicos são respostas a exigências sociais. A escola deve portanto desempenhar um papel que prepare cidadãos capazes de participar de forma mais informada das discussões relativas ao seu bem-estar

social. Com isso, a educação em ciências deve estar comprometida em possibilitar uma forma específica de interpretação do mundo aos indivíduos, para que estes possam contribuir nos processos de desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade (Dal Pian, 1992). Novos currículos, baseados nos resultados das pesquisas da área, têm sido desenvolvidos e aplicados, havendo uma tendência de integração das diferentes abordagens. Deste modo se dá atenção à multidimensionalidade do processo de ensino-aprendizagem no qual os *conteúdos pedagógicos* (Shulman, 1987) são estruturantes fundamentais que, no entanto, devem ser articulados com os aspectos humano e social da ciência.

Reconhecendo algumas tendências pedagógicas da educação formal nos museus de ciência

Nesta parte do trabalho será feita uma discussão com o intuito de se identificar nos museus de ciência, ao longo de sua história, características das tendências pedagógicas mais expressivas da educação. Para tanto, serão focalizadas as exposições, consideradas meios privilegiados de comunicação na relação museu - público. É importante ressaltar que nesta análise retrospectiva, algumas características das tendências aqui assinaladas podiam não estar explícitas nos projetos dos idealizadores das exposições. O desenvolvimento desta análise histórica tem por base o trabalho de McManus (1992), que caracteriza os museus de ciência pelas temáticas que os geraram, a saber: história natural (primeira geração), ciência e indústria (segunda geração), fenômenos e conceitos científicos (terceira geração).

O ancestral dos museus de ciência é o Gabinete de Curiosidades e remonta ao século XVII. Caracterizava-se pelo acúmulo de objetos relativos a diferentes áreas (animais empalhados, quadros, moedas, instrumentos científicos, fósseis etc.) apresentados de forma desorganizada. Em meados do século XVIII inicia-se uma organização mais estruturada das coleções que passam a ser utilizadas como suportes de demonstração, isto é, para estudo e difusão. Neste período os museus de história natural começam a tomar forma. A apresentação reflete as pesquisas desenvolvidas nas diferentes disciplinas científicas que também começam a se delimitar. Os museus desta época tinham como característica marcante uma ligação estreita com a academia; a educação voltada para o público não era sua principal meta, mas sim contribuir para o crescimento do conhecimento científico por meio da pesquisa. Segundo a autora, os museus de ciência de primeira geração são vistos como santuários de objetos em uma reserva aberta, ou seja, as peças acumuladas eram mostradas na sua totalidade a partir de uma classificação e de forma repetida.

Na segunda geração de museus, a ênfase está no mundo do trabalho e no avanço científico. Nesta geração estão os museus que contemplavam a tecnologia industrial, tendo finalidades de utilidade pública e de ensino mais explícitas que os museus de primeira geração. Como exemplos podemos citar o *Conservatoire des Arts et Métiers* (França/1794) e o *Franklin Institute* (EUA/1824). Funcionavam como verdadeiras vitrines para a indústria, proporcionando treinamento técnico a partir de conferências públicas proferidas pela vanguarda da ciência e da indústria sobre temas relacionadas à mineralogia, química, mecânica, arquitetura, matemática, além das exposições das coleções.

Observa-se uma aproximação entre a comunicação que ocorre nesses museus de primeira e de segunda gerações e a que ocorre na escola tradicional. Em ambas as instituições esta comunicação é reflexo da tendência pedagógica tradicional. Esta influência apresenta-se tanto em relação à forma autoritária da exposição do conhecimento quanto ao papel passivo

dos visitantes. Da mesma forma que, até o final da década de 1950, a tradição no ensino de ciências era enciclopedista, dando aos estudantes informações sobre fatos objetivos e *leis observadas* segundo uma filosofia indutivista-realista (Elkana, 1970), também nos museus enfatizava-se a contemplação das coleções. Nos dois casos a passividade é a chave do processo educativo: na escola, diante da exposição oral do professor e nos museus, diante de objetos históricos, protegidos por caixas de vidro expostos em filas intermináveis.

Surgindo como uma diferenciação dos museus de segunda geração o *Deutsches Museum* (Alemanha/1903) pode ser considerado como marco importante dos conceitos e princípios a que obedecem os museus contemporâneos de ciência e tecnologia, uma vez que propunha uma nova forma de comunicação com os visitantes. Para isso apresentava ao lado do acervo histórico aparatos para serem acionados pelos visitantes, caracterizando uma tentativa de diálogo, deixando para trás as apresentações exclusivamente estáticas. Com o objetivo de valorizar o desenvolvimento científico e tecnológico por meio do esclarecimento do público, alguns museus utilizavam como estratégia a interatividade, no sentido de provocar a comunicação entre os visitantes e as réplicas do acervo histórico expostas, com a intenção de levá-los a assimilar princípios científicos. A ação proposta era a de um simples *girar manivelas* para movimentar esses aparatos e assim manter o interesse do público. Anos mais tarde observa-se a difusão desta e de outras formas de participação dos visitantes nos museus de ciência. Aparatos do tipo *push-botton* (apertar botões para obter resposta única) estão presentes no *Museum of Science and Industry* (EUA/1933) e no *Science Museum of London* (Inglaterra / reinaugurado em 1927). Estes tipos de interatividade possibilitam o enriquecimento dessas instituições com a exibição de fenômenos científicos. Reconhece-se, neste momento, uma coexistência, tanto nas escolas quanto nos museus, de alguns preceitos da abordagem pedagógica proposta pelos defensores da Escola Nova, entre eles a ênfase no papel da ação dos visitantes, em contraposição à passividade da fase anterior.

O tecnicismo educacional surge dentro da pedagogia nova, à sombra do progressivismo, vindo a se destacar como uma tendência com características próprias nos anos de 1960. Na escola, a tendência tecnicista foi fortemente absorvida e em muitos casos até mesmo imposta por órgãos oficiais de educação. É problemático afirmar que tal tendência foi tão amplamente incorporada nos museus, apesar de se poder reconhecer claros exemplos de interatividade com passos programados previamente pelos idealizadores, para serem seguidos pelos visitantes. Entre eles estão os *displays* que apresentam a resposta certa reforçada por luzes que se acendem ou sons que ecoam. Também os primeiros aparatos interativos que se difundiram pelo mundo com a famosa denominação *hands-on* podem ser enquadrados no tecnicismo pois, embora de maior envolvimento físico, apresentam uma única resposta certa, sem provocar o controle de variáveis. A possibilidade de uma tecnologia do comportamento humano (Skinner apud Gadotti, 1993) a partir do entendimento da interação entre o organismo e o ambiente, proporciona a construção de aparatos nos quais a ciência é concebida como um conhecimento acabado, acessível ao público por meio de uma interação limitada.

Uma outra característica destes museus é a introdução da discussão das implicações sociais do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, bem como o problema da natureza da ciência. Neste mesmo período, e a partir do grande impacto causado na sociedade americana pelo lançamento do *Sputnik* (1957), novas abordagens foram propostas para o ensino de ciências, na tentativa de minimizar o analfabetismo científico e tecnológico constatado nesta época. Surge então uma terceira geração dos museus de ciência que incorporou as preocupações educacionais para a melhoria do ensino de ciências. Assim há uma transformação do papel social dos museus, ou seja, estes seriam um importante meio para

proporcionar a necessária alfabetização científica e tecnológica. Tais espaços foram eleitos para proporcionar à sociedade as informações científicas para compreender o mundo em mudança.

A terceira geração de museus de ciência tem como foco central a temática dos fenômenos e conceitos científicos. Nesta geração a comunicação entre os visitantes e a ciência é mediada por uma maior interatividade com os aparatos, quando comparada à geração anterior, passando a ser a marca registrada desta geração. As críticas em relação à forma anterior de interatividade fazem surgir uma alternativa que procura garantir o engajamento intelectual dos usuários por meio de uma interação física dinâmica, não restrita a simples toques. A construção dos museus interativos de ciência se baseia nos estudos sobre a percepção sensorial humana. Para Oppenheimer (1968 p. 207), “é quase impossível aprender como alguma coisa funciona a menos que se possa repetir cada passo de sua operação com liberdade”. Esta visão foi fundamental para a criação do *Exploratorium* (EUA/1969) e de uma série de reproduções dos aparatos apresentados em espaços similares em todo o mundo, caracterizando uma verdadeira indústria de museus interativos de ciência (Beetlestone et al., 1998).

As tendências da educação em ciências e das propostas pedagógicas presentes nos museus enfatizam o papel da ação do sujeito na aprendizagem. Com isso, os aparatos interativos apresentam diferentes possibilidades de interação. Além dos aparatos com resposta única, são utilizados em menor proporção aparatos com resposta aberta, que varia de acordo com a escolha feita pelos visitantes, que podem agir com liberdade e mais controle sobre o fenômeno proposto. Nas décadas seguintes (1970 e 1980), as equipes profissionais que projetam e elaboram exposições passam a dispor de um conjunto de evidências oriundas de pesquisas sobre o ensino-aprendizagem de ciências. A idéia do *aprender fazendo*, bastante difundida no ensino de ciências, encontra nos museus interativos um meio de divulgação. A ênfase de propostas educativas nestes museus caracteriza-se pela ausência dos objetos históricos, bem como da perspectiva histórica da evolução da ciência e da técnica. O contexto histórico-social não faz parte das preocupações pedagógicas dos idealizadores das exposições, prevalecendo uma abordagem psicológica que procura acompanhar as constantes discussões travadas nas pesquisas. Em alguns museus observa-se a adoção de alguns consensos estabelecidos pelas formas de construtivismo propostas para as escolas, entre elas a mudança conceitual das concepções alternativas dos estudantes para as científicas, utilizando questões exploratórias nos comandos de instrução dos aparatos.

É interessante ressaltar que os museus de primeira geração, assim como os de segunda, foram sofrendo ao longo do tempo modificações, com o intuito de se revigorarem, influenciados pelo sucesso dos museus de terceira geração. Nos museus de primeira geração a partir das décadas de 1960 e 1970, o foco das novas exposições muda de uma organização taxionômica dos objetos para uma exploração de fenômenos e conceitos científicos, muitas vezes com a introdução de aparatos interativos. Os museus de segunda geração incorporaram a linguagem interativa de uma forma mais abrangente nas suas novas exposições.

Tendências pedagógicas da educação formal encontradas nas exposições do Mast

O Museu de Astronomia e Ciências Afins, localizado na cidade do Rio de Janeiro, criado em 1985, a partir do projeto *Memória da Astronomia* desenvolvido no âmbito do

Observatório Nacional, ocupa antigas edificações que pertenceram àquele Observatório. Está estruturado com base no tripé preservação da memória científica, investigação em história da ciência e educação em ciências. Em sua trajetória, foi conformando o perfil de museu de ciência e tecnologia em sentido amplo (segunda geração), mas com ênfase nas ações educativas dirigidas ao estímulo e à sensibilização para a ciência e voltadas, principalmente, para o público escolar. O pouco conhecimento de seu acervo histórico impossibilitou sua imediata utilização de um lado, e as preocupações pedagógicas com a divulgação científica de outro lado levaram à implementação de uma primeira exposição que objetivava inserir os visitantes em atividades que os estimulassem não só a tocar, mas a interagir com os aparatos especialmente construídos para este fim (terceira geração).

Hoje, no MAST, convivem exposições interativas (*Laboratório de Ciências, Ciclos Astronômicos e a Vida na Terra, As Estações do Ano: a Terra em Movimento e Quatro Cantos de Origem*), exposições tendo o acervo como tema gerador (*Espaço Espectroscopia e Espaço Sismologia*) e setores tradicionalmente organizados com exibição estática do instrumental científico (*Reserva Técnica Aberta*).

- **Exposições Interativas**

A exposição *Laboratório de Ciências* (1988) foi inicialmente constituída de 33 aparatos interativos, na sua maioria do tipo *hands-on*, organizados segundo leis e princípios de alguns conteúdos de física. Sua concepção era norteada por características básicas: viabilizar a interação direta do público com o aparato, preferencialmente de forma lúdica, e apresentar conceitos de forma simples. Em 1994, foi feita uma seleção dos 10 aparatos que apresentavam maior capacidade de desequilibrar o senso comum, buscando o questionamento das concepções alternativas. Atualmente esta exposição apresenta oito aparatos, sendo que a maioria corresponde à interatividade do tipo *hands-on*. Nesta exposição observa-se uma estreita ligação com a tendência pedagógica cognitivista/construtivista, na perspectiva das concepções alternativas, acompanhando os principais resultados das pesquisas em educação em ciências, progressivamente incorporados pelas instituições escolares.

A partir de estudos realizados pela equipe do departamento de educação decidiu-se pela montagem de uma nova exposição na qual o caráter conceitual fragmentado da anterior foi abandonado, elegendo-se um tema a ser tratado de forma interdisciplinar. A exposição *Ciclos Astronômicos e a Vida na Terra* (1994) aborda alguns fenômenos astronômicos e atmosféricos do dia-a-dia e a sua relação com a vida no planeta, utilizando aparatos interativos *hands-on*, painéis, dioramas artificiais e vivos (colméia e aquário marinho), bem como recursos cênicos. Nesta exposição pode ser reconhecida uma dimensão sociológica dentro da tendência cognitivista/construtivista, uma vez que o entendimento dos fenômenos científicos presentes no cotidiano é fator potencial para a formação de indivíduos com curiosidade epistemológica. Além disto, reconhece-se o caráter interdisciplinar e a participação ativa na interação com os aparatos como outros elementos desta tendência. Espera-se assim estar contribuindo para o desenvolvimento de uma postura crítica e transformadora, apesar de não estarem explícitas questões de caráter político-social.

Estudos sobre os padrões de interação dos visitantes com esta exposição (Cazelli, et al., 1997) indicaram dificuldades de compreensão de dois fenômenos fundamentais - dias e noites e estações do ano. No processo de transposição didática, consolidado tradicionalmente em muitas salas de aula e livros didáticos, as explicações para estes fenômenos apresentam geralmente distorções conceituais em relação às concepções científicas. No sentido de superá-

las, elaborou-se a exposição *As Estações do Ano: a Terra em Movimento* (1997), que aborda os dois fenômenos de maneira exaustiva por meio de nove aparatos interativos, cada um deles enfatizando um ou dois elementos constitutivos dos fenômenos, que auxiliam na construção da explicação científica como um todo. Além desses, existem dois aparatos síntese que procuram simular os dias e as noites e as estações do ano. Nesta exposição os aspectos relacionados à cultura são explorados a partir de painéis e projeção de *slides* que retratam atividades sociais nas diferentes estações do ano nos dois hemisférios da Terra.

Mais uma vez está presente a dimensão cognitivista/construtivista. Na exposição *As Estações do Ano: a Terra em Movimento* os aparatos ganham o *status* de modelos pedagógicos, em consonância com a tendência construtivista emergente nas pesquisas em educação em ciências, que tem por foco a mudança dos modelos mentais dos indivíduos. Ao interagirem com os modelos expostos os visitantes têm oportunidade de repensar seus modelos mentais e concepções alternativas acerca dos fenômenos, podendo elaborar novos modelos mentais próximos aos modelos consensuais. Assim a referência principal neste caso é a tendência construtivista da educação, a qual abrange a perspectiva mais recente de *modelos e modelagens*. Por outro lado, os elementos sociais apresentados procuram aproximar os fenômenos abordados ao cotidiano de povos diferentes.

A exposição *Quatro Cantos de Origem* (1995) introduz o visitante na temática do desenvolvimento da ciência, na perspectiva histórico cultural. De uma maneira abrangente, a exposição aborda os grandes problemas da reflexão humana: a natureza e suas leis; o sentido e o lugar do homem no Universo; o valor e o uso dos instrumentos científicos e as contradições e os obstáculos do desenvolvimento científico. Procura, ao mesmo tempo, delinear ligações entre ciência, vida social e política, religião e arte, enfatizando a controvérsia da mudança da visão cosmológica geocêntrica para heliocêntrica. Para isso utilizam-se variados recursos cênicos, trazendo a temática do teatro, da pintura, da música, entre outras, além de aparatos interativos relativos aos modelos cosmológicos. O conjunto possibilita uma narrativa que articula mudanças nas visões de mundo, nas práticas de pesquisa científica e na vida social.

Apesar de o pouco número de aparatos interativos e até mesmo do tipo de resposta fechada da maioria destes, esta exposição se caracteriza pelo grande envolvimento emocional do público em um ambiente de estética impactante. Nela podem ser reconhecidas características das tendências pedagógicas da educação em ciências que enfocam tanto a importância do processo de construção do conhecimento científico na sua dimensão histórico-social quanto na sua dimensão cognitivista/construtivista, pelas formas de participação do visitante.

- **Exposições tendo o acervo como tema gerador**

As exposições *Espaço Espectroscopia* e *Espaço Sismologia* apresentam suas temáticas a partir das peças do acervo do museu. Na primeira, procura-se colocar os objetos científicos que estão expostos em funcionamento. Na Segunda, os objetos estão somente expostos. As duas apresentações recorrem a seus respectivos contextos históricos. Entretanto, a primeira se detém mais na abordagem do fenômeno científico da espectroscopia e sua aplicação no conhecimento da astronomia e a segunda nos eventos sismológicos do Brasil.

As abordagens pedagógicas dessas exposições aproximam-se da tendência pedagógica tradicional na medida em que a informação oferecida está pronta, sem elementos provocadores que facilitem a construção ativa dos conhecimentos científicos envolvidos. No

entanto, a presença de uma contextualização introduz elementos que não são freqüentes na abordagem tradicional.

O acervo de instrumentos científicos do museu apresentado ao público na forma de uma *Reserva Técnica Aberta*, também pode ser inserida nessa perspectiva tradicional, uma vez que as peças são mostradas exaustivamente em vitrines sistematizadas de acordo com as funções dos instrumentos. Embora esta organização seja característica de uma reserva técnica, ela oferece poucos recursos de envolvimento enquanto espaço aberto ao público. Cabe ressaltar que esse tipo de apresentação pode ter sucesso junto ao público especializado.

Dimensões de uma pedagogia museal

Atualmente os museus são reconhecidos como ambientes de aprendizagem ativa e seus profissionais se preocupam em saber que tipo de aprendizagem neles ocorre. Com base na literatura específica de educação em museus constata-se que as práticas pedagógicas neles desenvolvidas são próprias destes espaços. Como são locais que possibilitam intensa interação social entre os visitantes, exploração ativa e ricas experiências afetivas, culturais e cognitivas (Beetlestone et al., 1998), considera-se pertinente esboçar uma pedagogia que leve em conta as singularidades destes espaços não formais de educação científica. Tal pedagogia será delineada a partir do movimento de transformação observado nos museus de terceira geração, principalmente como resultado das reflexões atuais e constantes feitas pelas equipes responsáveis pela condução pedagógica dos projetos implementados. Desta maneira se pretende contribuir para ampliar o trabalho de McManus (1992), enfatizando uma perspectiva pedagógica dos museus, o que poderá levar a conceber uma outra geração de museus, a partir das dimensões discutidas a seguir.

Uma dimensão que vem sendo gradativamente incorporada ao cotidiano da elaboração das exposições é o reconhecimento da necessidade de uma negociação entre o visitante e o objeto do conhecimento científico, uma vez que este não pode ser apresentado da mesma forma como foi gerado, a partir da lógica do saber da ciência. Assim como Chevallard (1998) desenvolveu o conceito de *transposição didática* para explicar as transformações do conhecimento produzido no contexto científico para o conhecimento ensinado nas escolas, Simonneaux e Jacobi (1997) descrevem as etapas de uma *transposição museográfica* do saber de referência para o conhecimento a ser apresentado em uma exposição. Entre os elementos que devem ser considerados em uma *transposição museográfica* está a abordagem multidisciplinar - epistemologia, sociologia, lingüística - que tem levado à introdução de múltiplas linguagens, não apenas como simples ilustração mas com a preocupação de integrar conteúdo, demonstração e interação com o público, tornando as exposições acessíveis aos visitantes, de forma que eles dêem significado aos temas apresentados.

A segunda dimensão refere-se à problematização do conceito de interatividade. Nem sempre aparatos com sinos, assobios ou partes que se movem são os que permitem um engajamento mental frutífero (Beetlestone et al., 1998). Muitas vezes a ação se dá na cabeça do visitante a partir de uma exposição que o envolva afetiva e culturalmente, às vezes até mesmo sem manipular os objetos, desencadeando um processo que poderá levá-lo à compreensão científica desejada, ou pelo menos o aproxime dela. No processo de *transposição museográfica*, modelos consensuais da ciência se transformam em modelos pedagógicos que podem ou não levar em conta os modelos mentais dos visitantes. Consideram-se mais efetivos os aparatos que oferecem possibilidades diferenciadas de

respostas, a partir de escolha do tipo de ação do usuário, sendo conhecidos como de resposta aberta. Por dar chance a que os visitantes testem suas hipóteses, um bom experimento interativo personaliza a experiência de cada visitante e atende às individualidades de interesse e de conhecimento prévio. Em qualquer caso modelos são elementos indispensáveis aos museus, uma vez que permitem uma ponte entre teorias, conceitos e fenômenos científicos, podendo assim trazer contribuições para a reconceituação da interatividade.

Assim como o laboratório não pode mais ser considerado a panacéia do ensino de ciências, a interatividade não pode ser considerada sinônimo de efetividade (Falcão, 1999). Caso as concepções prévias dos alunos, relacionadas aos seus modelos mentais, não sejam levadas em conta, as conclusões e explicações poderão reforçar tais idéias alternativas às científicas. Portanto, processos de modelagem a serem vivenciados pelos visitantes - construção de modelos - devem estar presentes na concepção das exposições.

Uma terceira dimensão presente nas exposições contemporâneas é a abordagem social e cultural da ciência e da tecnologia. Exemplos são aquelas apoiadas em temáticas atuais e/ou polêmicas, entendidas como as que, na maioria das vezes, não se constituem em conhecimento estável, estão presentes na mídia e geram debates por causarem repercussões positivas e negativas em diferentes áreas - profissional, econômica, ética, política, ambiental e legal (Simonneaux & Jacobi, 1997). Esta tendência tem se mostrado como um caminho para trazer a cultura da sociedade de um modo geral para dentro dos museus, para que os conhecimentos científicos e tecnológicos atuais e passados sejam debatidos com o público. Espera-se assim que as visitas aos museus contribuam para a alfabetização científica com uma dimensão cívica, ou seja, constituída de elementos de relevância social e que tornam o cidadão apto a participar de forma mais bem informada e, portanto, mais consistente nos debates político-sociais.

A pedagogia museal aqui delineada incorpora algumas tendências pedagógicas da educação, principalmente em ciências, resguardando no entanto as especificidade da educação não formal que ocorre nos museus de ciência e tecnologia. Cabe ressaltar que a maior autonomia destes espaços em relação às escolas traz a vantagem de que abordagens como ciência, tecnologia e sociedade (CTS) possam ser desenvolvidas.

O conjunto de dimensões da presente pedagogia museal não deve ser considerado exclusivo de uma nova geração de museus de ciência a ser proposta. Algumas delas já estavam presentes nas gerações anteriores, sendo, no entanto, reavaliadas e recontextualizadas em função das pesquisas realizadas e das demandas da sociedade em constante modificação. De toda maneira, a forma como elas se apresentam já pode servir como diretriz para a elaboração de novos museus e principalmente para a concepção de exposições que não se limitem a simples cópias de receitas de aparatos. Enfatizamos finalmente a importância da constante atividade de pesquisa nos museus, como compromisso básico da indispensável negociação com o público visitante, com a intenção de promover o encontro de horizontes deste com o da equipe de profissionais destas instituições.

Referências

BEETLESTONE, J.G., JOHNSON, C. H., QUIN, M. e WHITE, H. 1998. The Science Center Movement: contexts, practice, next challenges. *Public Understanding of Science*. n.7, p.5-26.

CAZELLI, S., GOUVÊA, G., FRANCO C. e SOUSA C. N. 1997. Padrões de Interação e Aprendizagem Compartilhada na Exposição Laboratório de Astronomia. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 78, n. 188/189/190, p.413-471, jan./dez.

CHEVALLARD, Y. 1998. La transposición didáctica: del saber sabido al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.

DAL PIAN, M. C. 1992. O Ensino de Ciência e Cidadania. *Em Aberto*, Brasília, ano11, n.55, p. 49-56, jul./set.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. 1990. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.

ELKANA, Y. 1970. Science, Philosophy of Science and Science Teaching. *Education Philosophy & Theory*. v. 2, p. 15-35.

FALCÃO, D. 1999. *Padrões de Interação e Aprendizagem em Museus de Ciência*. Rio de Janeiro. Tese de mestrado em educação, gestão e difusão em biociências. Departamento de Bioquímica Médica do Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ.

FRANCO, C., LINS DE BARROS, H., KRAPAS, S., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D. e ALVES, F. 1997. Da Cabeça de Cientistas e Inventores aos Produtos da Ciência e da Tecnologia: sobre a relação entre teorias, modelos, modelos mentais e concepções. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, Águas de Lindóia, SP Atas ... Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997. 662 p. p.161-174.

FREIRE, P. 1996. *A Pedagogia da Autonomia*. São Paulo: Cortez.

GADOTTI, M. 1995. *História das Idéias Pedagógicas*. São Paulo: Ática.

KRAPAS, S., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D., FRANCO, C., e ALVES, F. 1997. Modelos: Terminologia e Sentidos na Literatura de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Investigação em Ensino de Ciências*. v.2, n.3, p.1-18.

KUHN, T. 1977. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.

LIBÂNEO, J.C. 1994. *Didática*. São Paulo: Cortez.

MARANDINO, M. 1994. *O Ensino de Ciências e a Perspectiva da Didática Crítica*. Rio de Janeiro. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC/RJ.

McMANUS, P. 1992. Topics in Museums and Science Education. *Studies in Science Education*. n. 20, p. 157-182.

MOREIRA, M. A. 1997. Modelos Mentais. *Investigação em Ensino de Ciências*. n.3, p.1-39.

OPPENHEIMER, F. 1968. A Rationale for a Science Museum. *Curator*. n.11, n.3, p.206-9.

PIETROCOLA, M. 1998. Limites da Abordagem Construtivista Processual. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6, Florianópolis, SC. *CD-ROM ...* Florianópolis: Centro de Ciências da Educação da UFSC, 1998.

POPPER, K. 1993. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix.

POSNER, H., STRIKE, K. A., HEWSON, W., GERTZOG, W. 1982. Accomodation of a scientific conception toward a theory of conceptual change. *Science&Education*. v.66, n.2, p.221-227.

SHULMAN, L. S. 1987. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*. v.57, n.1, p. 1-22.

SIMONNEAUX, L., JACOBI, D. 1997. Language constraints in producing prefiguration posters for a scientific exhibition. *Public Understanding of Science*. n.6, p.383-408.