

O dilema da Educação Científica: como ensinar quando os Visitantes apenas querem aprender

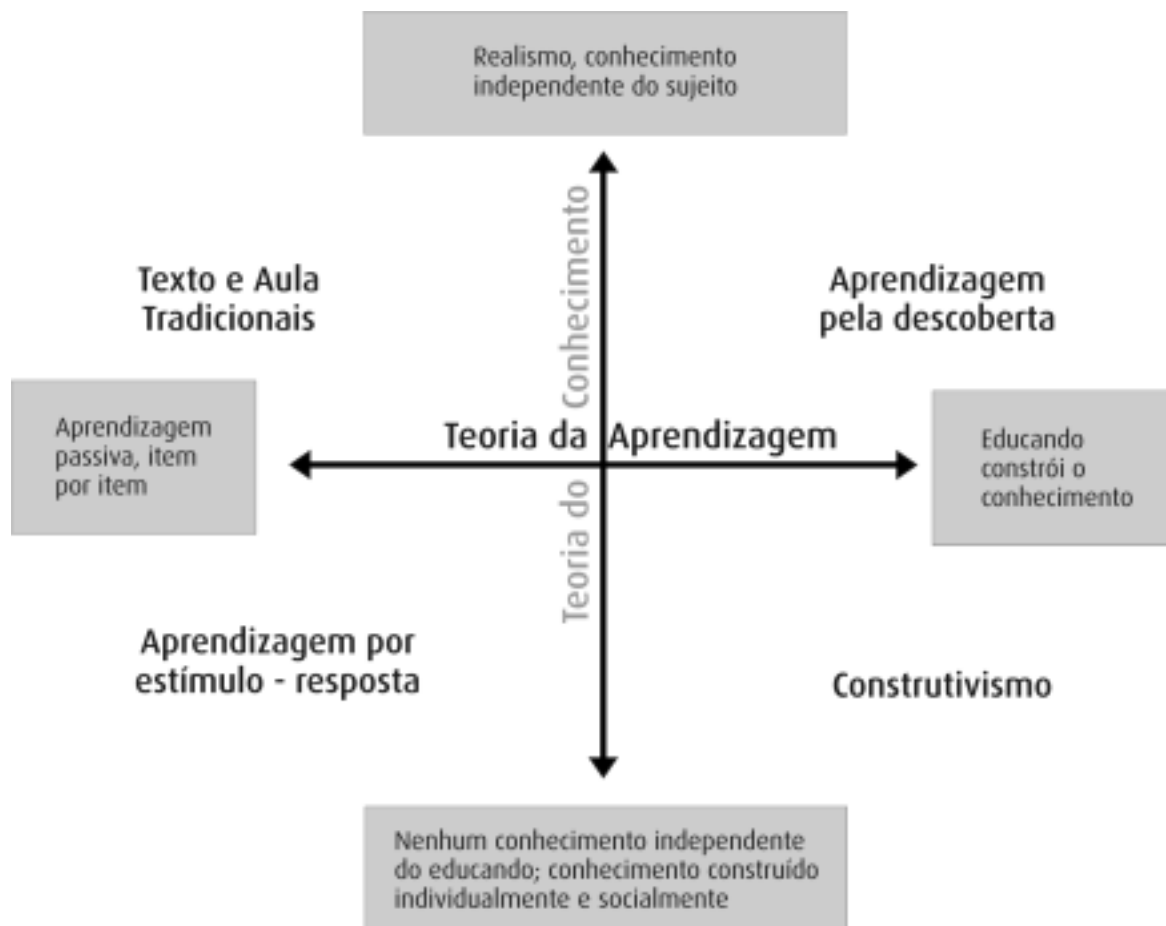
George E. Hein

O Dilema

Vivemos num mundo construtivista, isto é, os seres humanos, em sua interação com os fenômenos do mundo, *constroem* o significado. Argumentei em várias publicações (Hein, 1998; Hein, s.d.) que o significado da frase anterior é duplo: o ato de aprender é construtivo – sabemos que a aprendizagem não é simplesmente informação entrando na mente como água despejada num jarro. O educando tem que se engajar ativamente de alguma forma com os fenômenos apresentados a fim de construir o significado. Em segundo lugar, o resultado deste processo é sempre pessoal e, muitas vezes, é difícil descobrir até que ponto o significado “aprendido” corresponde aos conceitos aceitos por uma cultura, como, por exemplo, um grupo profissional. Eu tenho descrito freqüentemente os dois componentes da teoria educacional por meio do uso de uma grade bidimensional que consiste em uma teoria da aprendizagem e uma teoria do conhecimento (Figura 1, próxima página).

O primeiro ponto acima, ilustrado no eixo horizontal da grade da teoria educacional, já não é mais especialmente controvertido. Pode ser descrito como uma crítica do modelo behaviorista simples, estímulo-resposta, de “aprendizagem.” Muitos pesquisadores estão hoje interessados em descobrir como as pessoas aprendem, como a mente se comporta no processo ativo da aprendizagem (Bransford, Brown e Cocking, 1999). Infelizmente, a abordagem tradicional de apresentar simplesmente o material e esperar que, de alguma forma, o educando irá “apreendê-lo”, ainda é amplamente praticada; até publicações periódicas profissionais continuam por vezes a descrever a aprendizagem como a “colocação” de algo numa mente. Por exemplo, uma ilustração

Figura 1:



no *Monitor*, boletim da *American Psychological Association* [Associação Psicológica Americana] (APA, 1994), mostra um professor olhando dentro do crânio de um estudante e vendo um novo fato literalmente presente lá. Em museus de ciências, legendas extensas, didáticas, cheias de informações, ainda são utilizadas na suposição que seu conteúdo será transmitido, de algum modo, do especialista que as escreveu para o eventual visitante.

O segundo ponto, de que o significado construído pelo educando tem seu próprio valor ontológico, é mais controverso. Aqueles que defendem a abordagem educacional construtivista argumentam que não só a mente está ativa na aprendizagem, mas “o que” é aprendido não é simplesmente a verdade, e sim uma construção dentro da mente. Mas não vou discutir, neste artigo, esta segunda dimensão, que é a componente vertical de meu diagrama. A primeira é suficiente para pôr qualquer educador diante de um dilema, com um desafio pedagógico.

Se aceitarmos que os visitantes “constroem o significado” ativamente e não apenas adicionam parcelas de conhecimento a estruturas já existentes – ou, pelo menos, que tais processos ativos são necessários para uma aprendizagem significativa, então há conseqüências sobre o modo de desenvolver as exposições. Penso que o mais importante é reconhecer que esse processo ativo tem um custo para o educando. Se, quando aprendemos, fazemos algo mais que simplesmente adicionar uma parcela de conhecimento num “receptáculo” que já esteja preparado para recebê-la, então precisamos nos esforçar. Em termos de ciências naturais, isto requer *energia* e, portanto, está sujeito ao conceito familiar de que está envolvida uma “energia de ativação”; há uma inércia a ser superada. Piaget reconhece isto por meio de sua distinção entre assimilação e acomodação (Flavell, 1963). Assimilação é a adição de nova informação a estruturas ou esquemas mentais existentes. Se eu já possuir o conceito de “nações” com “capitais”, então a frase “Washington, DC é a capital dos Estados Unidos” significa algo para mim e aprender que “Brasília é a capital do Brasil” não requer acomodação; não requer reestruturação mental. Mas aprender inicialmente que há países e capitais requer esforço mental. Na prática, ambos os processos, de assimilação e acomodação, caminham juntos, estamos constantemente adicionando novas informações (assimilação) e, à medida que o fazemos, nosso esquema, nossas estruturas mentais

precisam ser, cedo ou tarde, reformuladas, modificadas ou, em momentos insólitos de desenvolvimento, até mesmo derrubadas. É este processo de acomodação que interessa às pessoas que estudam a aprendizagem e é um desafio para todo professor. A educação séria trata da acomodação. Assim, o dilema da pedagogia é de como fazer nossos “estudantes” (nossos visitantes nos museus de ciências) aplicarem a energia mental requerida para que eles aprendam, ou seja, expandam suas estruturas mentais (Se nos preocuparmos com o segundo componente do construtivismo, deveremos também nos importar com *qual* novo esquema eles irão desenvolver, mas deixarei isto para outra apresentação.).

Métodos educacionais possíveis

Quais são as opções disponíveis a qualquer professor ou criador de exposições para auxiliar o educando na expansão de seus conceitos, seu modo de pensar sobre algum aspecto do mundo?

1. Autoridade pessoal (ou institucional) – uma abordagem educacional tradicional.

Tradicionalmente, nós nos propomos a educar mediante a apresentação da “verdade”, fazendo isto com força suficiente para que “fique gravada”, a fim de que os educandos aceitem o que ensinamos. Livros didáticos, aulas e exposições de ciências esperam freqüentemente impressionar o educando pela autoridade de sua presença. Nos museus de ciências, essa técnica leva a edifícios grandiosos, imponentes e exposições pedantes. Ela funciona às vezes nas escolas, baseada no respeito dos estudantes pelos seus professores e numa disposição deles se permitirem ficar no papel de estudante/educando. Essa tradição também funciona em museus, para aqueles que chegam dispostos a aceitá-la, desde que possa ser aplicada pressão suficiente para que o estudante/visitante siga um itinerário prescrito.

Os problemas nessa abordagem são que precisamos estabelecer, ou uma pressão, ou uma firme ligação, baseada na confiança, com o educando. A concentração por parte do educando é necessária

para transpor os “rituais” de ações (talvez) sem sentido até que surja o significado. A aprendizagem baseada na aceitação da autoridade ainda requer, freqüentemente, tempo considerável.

Esse dispositivo pedagógico funciona para alguns visitantes, assim como a pedagogia um tanto tradicional funcionou para alguns de nós em nossa educação científica. Minha experiência pessoal é que funcionou – até certo ponto. Fui um estudante solícito e comecei alegremente a aprender todas as parcelas de informação necessárias para me encaminhar na formação de químico. Mas não creio que eu jamais teria sido capaz de exercer o esforço necessário para alcançar a profissão de químico, isto é, de ficar suficientemente familiarizado com o assunto a ponto de me tornar um químico, se eu não tivesse achado um emprego de assistente num laboratório de pesquisa enquanto estava na faculdade e, depois, iniciado a fazer pesquisa independente no laboratório de um professor, junto com seus estudantes de pós-graduação, nos meus primeiros anos de faculdade. A exposição à incerteza do trabalho de laboratório, assim como à aceitação social de conceitos básicos de química pelos pesquisadores mais adiantados, encorajaram-me a acomodar as idéias gerais que eu memorizara por meio das aulas.

2. Aprendizado – Experiências educacionais pessoais sob a orientação de um tutor mais experiente.

Existe evidência considerável corroborando a eficácia desta abordagem. Além da história bem documentada da aprendizagem em família em todas as culturas, têm ocorrido programas de aprendizado específicos em escolas e museus. *YouthALIVE*, por exemplo, da ASTC (<http://www.astc.org/profdev/youth.htm>), foi um programa poderoso que modificou a vida de muitos dos participantes (Baum, Solvay e Hein, 2000).

O problema dessa abordagem na educação, para os museus de ciências, é o de escala. Funciona numa ampla gama de cenários, com todo tipo de pessoas, para aprender quase tudo. Exige, porém, uma alta proporção de professores por estudante, preferivelmente menor que um para dez (equipe: educando < 1:10). Desta forma, é uma candidata improvável para se tornar o modelo para exposições em museus.

3. Associação a algo familiar – modelos e ilustrações.

Esta abordagem tem longa tradição educacional. Remonta pelo menos aos livros didáticos ilustrados de Comenius (Comenius, 1664). O conceito é o de que usar imagens ajuda a aprendizagem. Note-se que Comenius (e, naturalmente, muitos outros) usou esta abordagem pictórica, visual, para auxiliar a aprendizagem dos nomes de objetos físicos comuns, em seu famoso texto ilustrado para crianças, mas ele também ilustrou conceitos não-visíveis por meio de iconografia familiar. A aplicação dessa abordagem pedagógica nos museus é evidente. Os museus estão cheios de “objetos”, componentes materiais do mundo. Ao ver, manipular e fazer experimentos com o que é familiar, espera-se que os visitantes “aprendam”.

Mas os museus também nos mostram o que não é familiar e traduzem, numa forma tangível, conceitos, por si só, não visíveis. Dois exemplos de mostrar o “invisível”, mediante sua representação em modelos tridimensionais, são o “poço gravitacional” planetário encontrado em muitos centros de ciências e a representação menos familiar de funções matemáticas por meio de movimento físico, como ilustrado pela exposição *Math in Motion [Matemática em movimento]*, desenvolvida por TERC¹ e Museu de Ciência de Minnesota. Os museus apresentam as “coisas” do mundo e esperam que os visitantes se interessem, por elas serem familiares ou novas. E nós temos esperança que este interesse os motivará a investir tempo e energia suficientes a superar a barreira de ativação para acomodação, para aprender algo de novo.

4. Quais objetos?

Uma aplicação particular da abordagem acima para atrair visitantes é usar um objeto que é famoso – tal como um pedaço de material vindo da lua, ou associado a uma pessoa famosa – como, por exemplo, parte do conteúdo de ciências e matemática na exposição Einstein, atualmente

¹ N.T. TERC é uma associação norte americana sem fins lucrativos voltada para o aperfeiçoamento da educação em matemática e em ciências. Fundada em 1965, sua sigla significava originalmente *Technical Education Research Centers* (Centros de Pesquisa de Educação Técnica).

<http://www.terc.edu/aboutus/acessado> em 15/03/2007.

percorrendo os Estados Unidos. Frequentemente, o que parece familiar (ou famoso) dentro da comunidade científica pode ser desconhecido ou obscuro para o grande público. Penso nisto todas as vezes que vejo um pêndulo de Foucault. É uma imagem poderosa e importante na história da ciência, mas sempre me pergunto se os visitantes estão suficientemente familiarizados com ele para ficarem motivados a compreendê-lo.

Há três dificuldades nesse conhecido modo educacional, quando aplicado em museus de ciências. A primeira, o uso típico de representações pictóricas ou tridimensionais nas escolas, para auxiliar a instrução, prática que as encaixa numa estrutura pedagógica maior. Um professor usa modelos e imagens como parte de um currículo. Mas, nos centros de ciências, eles são frequentemente o único componente pedagógico, talvez acrescido de uma legenda impressa. Uma coisa é usar “objetos” no contexto de um empreendimento didático maior, que envolve um ser humano como professor; é outra bem diferente esperar que os modelos carreguem a totalidade (ou pelo menos a maior parte) da carga pedagógica, como o fazem nos museus. Note-se que isso não é sempre evidente para os criadores das exposições. Quando o museu de ciências constrói um pêndulo de Foucault, os designers e curadores sabem que é um modelo poderoso para ilustrar algo de importante, com grande significação histórica. Para o visitante genérico, porém, há simplesmente este grande e longo pêndulo que tem a propriedade peculiar de que, se você o olhar – por um tempo mais longo que o da permanência da maioria dos visitantes em qualquer módulo expositivo –, ele se move um pouco ‘lateralmente’, além de se mover para frente e para trás. A maioria dos visitantes simplesmente não tem o conhecimento conceitual, pois este requer uma formação considerável em história da ciência e uma compreensão básica de algumas leis da física, até para reconhecer que aquele comportamento não é observável nos pêndulos mais curtos.

O segundo problema nos modelos e aparatos interativos – os principais componentes dos centros de ciências – é que, para que sejam eficazes, é necessário que os visitantes gastem neles um tempo considerável. Em geral, você não pode apenas andar até um módulo expositivo e compreendê-lo em poucos segundos, caso o objetivo dele seja o de ter algum impacto sobre

seu pensamento. Para a maioria dos visitantes, algo muito insólito vai provavelmente fazer com que ele passe ao módulo sucessivo, na esperança de compreendê-lo, em vez de tomar o compromisso de lidar com um fenômeno contrário à sua intuição. A fim de se opor ao convite de vagar de um lugar para outro, têm sido tentadas várias abordagens.

A mais simples e eficaz delas é adicionar um lugar para sentar. Todos nós sabemos que tamboretos ou bancos aumentam o tempo que o visitante dedica a um componente. Até esse simples convite pode encorajar alguns visitantes a se empenharem para examinar um módulo mais de perto. Uma abordagem um pouco mais elaborada, dentro da atmosfera agitada e confusa do museu, é a de desenvolver uma sensação de privacidade que encoraje permanências mais longas. O Museu de Ciência de Minnesota foi pioneiro nesta abordagem, com suas bancadas experimentais, onde o local em que você pode querer passar algum tempo fica fisicamente isolado por paredes baixas, para dar ao visitante a sensação de que é permitido e até encorajado passar lá um tempo considerável (Sauber, 1994).

Um fator final que regula o período de tempo em componentes individuais da exposição em centros de ciências, especialmente naqueles modernos interativos, é o *layout* desses museus que desvia constantemente os visitantes, com oportunidades alternativas para serem surpreendidos. Num projeto de pesquisa e desenvolvimento no *Exploratorium* (Humphrey e Gutwill, 2005), os conceptores e pesquisadores queriam prolongar o engajamento dos visitantes com componentes específicos expostos, com o objetivo de fazer os visitantes permanecerem tanto tempo em qualquer componente, que eles se afastariam por razões “internas”/“externas”, ou seja, por interesses competidores – o tempo para o show IMAX, ou a fascinação do componente sucessivo. Tais razões externas são freqüentes e compulsivas em centros de ciências.

Tempo

O tempo é crucial para a aprendizagem. Se você não conseguir que o estudante (visitante) gaste tempo, é improvável que ocorra a acomodação. Você tem que pensar a fim de aprender, você

tem que interagir, refletir, explorar (investigar) e testar os resultados de sua investigação – embora você possa nem estar ciente de estar fazendo tudo isso – para obter alguma sensação de que possa haver evidência suficiente para o convencer a fazer o esforço de acomodação; em resumo, para mudar sua mente. Como conseguir que os educandos façam isto?

Os museus de ciências muitas vezes tentam atrair os visitantes pelo uso do *não*-familiar, ou espetacular, com resultados conflitantes. Mas a alternativa é também uma abordagem educacional bem desenvolvida – use o familiar, baseie a atividade educacional naquilo que o educando já conhece melhor. Construa sobre o que o educando pode associar a conhecimentos anteriores e, então, encoraje-o a expandir um conceito baseado numa prévia familiaridade com alguns dos fenômenos. Se olharmos as imagens da famosa escola-laboratório de John Dewey (vide Tanner, 1997), por exemplo, encontramos crianças iniciando seu estudo de qualquer assunto por meio da participação em atividades comuns, bem conhecidas, tais como trabalhar num jardim ou cozer numa cozinha. Os museus usam isto também, estruturando os módulos expositivos a partir de atividades familiares. É este o conceito em que se baseia a maioria dos “playgrounds” de ciências ao ar livre, onde balanços, gangorras e outros itens usuais se tornam instrumentos para experimentar a ciência.

Outra abordagem para atrair o educando para se envolver na aprendizagem é usar não somente o que lhe é familiar, mas também imagens que possam ter conotações particularmente poderosas para motivá-lo. Um exemplo educacional clássico dessa abordagem é o trabalho de Paulo Freire (1973), que usou imagens cuidadosamente escolhidas de cenas simples da vida, porém importantes, para iniciar conversações com significância para os educandos.

Meu ponto nesta análise das questões em jogo, quando se tenta desenvolver exposições onde as pessoas irão aprender, é que, apesar de muitos anos de esforço, os museus ainda lutam para fazê-lo, e não se pode pressupor que, apenas por haver módulos expositivos imaginativos, desafiantes e instrutivos, elaborados por uma equipe criativa, as pessoas irão se envolver com

eles. É necessário algo mais, precisa-se de um fator adicional de recompensas que torne vantajoso para os visitantes o gasto de energia psíquica – e, portanto, o tempo e o esforço – para se engajarem longa e profundamente o bastante para aprenderem ativamente, isto é, para acomodarem.

Exemplos de pesquisas recentes

É possível realizar uma pesquisa interessante quando os pesquisadores se perguntam como podem conseguir o engajamento dos visitantes: “O que pode ser feito para fazer com que os visitantes fiquem mais tempo e se envolvam mais profundamente?” Note-se que esta pergunta de pesquisa não indaga se os visitantes aprenderam o que queremos lhes ensinar, e sim faz uma interrogação mais aberta: “O que eles aprenderam?”. É uma indagação que condiz com a abordagem construtivista à aprendizagem e à pesquisa socioculturalmente orientada de estudo dos visitantes (vide Leinhardt e Knutson, 2004.)

Dois estudos recentes no *Exploratorium* ilustram este tipo de esforço. Ambos envolvem a equipe de pesquisa de visitantes trabalhando em colaboração com os criadores das exposições. O primeiro, *Finding Significance [Encontrando significado]* (Allen, 2004), faz a seguinte pergunta: “Pode ser adicionado aos módulos expositivos existentes algo que torne mais fácil aos visitantes ‘encontrarem significado’, fazerem uma conexão com o fenômeno do módulo e, desta forma, investirem o tempo e a atenção que lhes permitirá desenvolver significados novos e mais ricos?” O componente básico que foi adicionado a cada um dos módulos estudados (escolhidos porque o formato podia ser mantido o mesmo numa gama de módulos diferentes) foi a apresentação em vídeo de uma pessoa descrevendo algo relacionado àquele módulo. O conteúdo foi sempre um de dois tipos: narrativa ou investigação. Ou o ator no vídeo contava uma história – sobre a forma de como o módulo surgiu, foi construído, ou acerca de uma imagem ou condição humana que ele evocava – ou o vídeo sugeria uma investigação que pudesse ser levada a cabo. O estudo conclui que a adição de componentes de vídeo aos módulos pode reforçar, nos visitantes, a criação do seu significado pessoal. Pela descrição cuidadosa, tanto de resultados bem-sucedidos como das muitas dificuldades, o estudo também ilustra a complexidade da interação dos visitantes com as exposições.

O outro estudo, recém-completado no *Exploratorium*, propõe uma pergunta diferente, embora relacionada: Como podem módulos expositivos existentes serem modificados, ou novos módulos serem construídos, para que os visitantes não só fiquem logo envolvidos, mas também lhes seja permitido desenvolver suas próprias indagações e não apenas interagir com os componentes, como pretendido por seus criadores? Os pesquisadores concluem (Humphrey e Gutwill, 2005) que é possível planejar maneiras para despertar o interesse de um maior número de visitantes (comparando-se com o estilo tradicional de “descoberta guiada” do *Exploratorium*) e também aumentar a extensão em que eles começam a “possuir” o componente e a gastar tempo explorando interesses a partir de suas próprias indagações. Para os fins dessa pesquisa, “indagação” foi definida, tanto no sentido tradicional de pergunta “o que acontece se eu faço isto ou aquilo?”, como na observação e interação prolongadas com o componente.

Conclusão

Qual é a resposta ao dilema proposto pelo construtivismo, pelo reconhecimento de que os visitantes precisam fazer algo mais do que lerem e serem informados do que eles deveriam ver e fazer a fim de aprender? Ou de que a aprendizagem inclui mais do que a produção de exposições, mas requer a participação ativa dos visitantes?

Primeiramente, esse dilema requer reflexão continuada e pesquisa empírica. Produzir um módulo expositivo esplêndido, até espetacular, não assegura um alto grau de interação profunda do visitante; é preciso haver algo que atraia para que os visitantes se envolvam e isso requer a satisfação de certas condições. A mais importante é a de que os criadores dos módulos expositivos se perguntem “Por que os visitantes deveriam investir tempo e energia neste módulo específico?”. A resposta “Porque eles vão aprender algo importante de física, química ou matemática” não é absolutamente suficiente.

Segundo, é possível facilitar a aprendizagem ativa, mas o processo é complexo e precisa ser abordado individualmente em cada cenário.

Terceiro, precisamos examinar constantemente quais estratégias foram bem-sucedidas. “Sucesso” deve ser definido cuidadosamente para cobrir as condições de um ambiente de aprendizagem de livre escolha. Ao mesmo tempo, precisamos reconhecer que, embora existam diferenças entre as maneiras como as pessoas agem em museus, em outros locais de aprendizagem de livre escolha e nas escolas, há também uma semelhança considerável. Precisamos adaptar o que for relevante nas metodologias históricas e nos cenários formais.

Por fim, eu apenas sugeri as implicações sociais desta análise, mas ela apóia fortemente a noção progressiva da educação – a de que não somente as pessoas aprendem mais e mais profundamente, quando são motivadas, como podem construir sobre o que elas já conhecem. Mas elas também se tornam cidadãos mais valiosas para uma democracia, à medida que se empenham nessa aprendizagem. Um componente de uma agenda progressiva é o desenvolvimento de programas educacionais que apóiem e encorajem a democracia, ao encaminhar o educando na direção de uma indagação mais vigorosa, questionando e examinando idéias. Esta era certamente a finalidade da pedagogia impelida pela imagem, praticada por Freire, assim como a da aprendizagem baseada na experiência, defendida por Dewey. Vemos essa mesma motivação em ação, em alguns dos métodos dos Museus.

Bibliografia

- Allen, S. (2004). *Finding Significance*. San Francisco, CA: The Exploratorium.
- American Psychological Association Monitor (1994) June, vol. 25, p. 1.
- Baum, L., Solvay, M. e Hein, G. E. (2000). In their own words: Voices of teens in museums, *Journal of Museum Education*, 25[3] 9-13.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. e Cocking, R. R., editores (1999). *How People Learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- Comenius, J. A. (1664). *Orbis Sensualium Pictus*. Vide: <http://education.umn.edu/EdPA/iconics/Orbis/Default.htm>
- Flavell, J. H. (1963). *The Developmental Psychology of Jean Piaget*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Freire, P. (1973). *Education for Critical Consciousness*. New York: Seabury Press.
- Hein, G. E.. (1998). *Learning in the Museum*. London: Routledge.
- Hein, G. E. (s.d.) <http://www.lesley.edu/faculty/ghein/george.html>
- Humphrey, T. e J. P. Gutwill (no prelo). *Fostering Active Prolonged Engagement: The Art of Creating APE Exhibits*. San Francisco, CA: Exploratorium.
- Leinhardt, G. and Knutson, K. (2004). *Listening in on Museum Conversations*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Sauber, C. M., editor (1994). *Experiment Bench: A Workbook for Building Experimental Physics Exhibits*. Minneapolis, MN: Science Museum of Minnesota,
- Tanner, L. N. (1997). *Dewey's Laboratory School: Lessons for Today*. New York: Teachers College Press.