



A natureza das interações verbais durante visitas de estudo à seção de ótica de um museu de ciência

The nature of verbal interactions during school field trips to the optical section of a science museum

Francisco Manuel Estanislau de Azevedo Rodrigues

Departamento de Matemática e Ciências Exatas
Agrupamento de Escolas de Vilela, Paredes, Portugal
stanis18@hotmail.com

Ana Sofia Cavadas Afonso

Instituto de Educação, Departamento de Estudos Integrados
de Literacia, Didática e Supervisão
Universidade do Minho, Campus de Gualtar, Braga, Portugal
aafonso@ie.uminho.pt

Resumo

Este estudo, levado a cabo num museu de ciência, procurou analisar a natureza dos diálogos entre pares, designadamente o que revelam quanto à forma como os alunos processam a informação, e qual a influência no envolvimento dos alunos quando se verifica a participação de educadores em ciências nas interações, sejam monitores ou professores. Foram gravadas conversas junto a três módulos de ótica, as quais foram posteriormente transcritas. A análise de 97 diálogos entre alunos, de 14-15 anos, revelou que o envolvimento cognitivo dos alunos com os módulos é superficial; a presença de um educador em ciências promove um maior processamento de informação associada aos módulos mas continuam reduzidas as interações de tipo exploratório. São apresentadas sugestões para potenciar o envolvimento cognitivo dos alunos com os módulos.

Palavras-chave: Museu de Ciência; módulos Interativos; educadores em ciências; educação não formal; interações verbais.

Abstract

This study, conducted in a science museum aimed at understanding the nature of the verbal interactions between students. In particular, it focused on how students process information and how science educators (teachers or museum educators) promote cognitive engagement with the exhibits. Conversations were recorded in three optical exhibits, which were later transcribed. The analysis of 97 dialogues between students, 14-15 years, revealed that the cognitive engagement of students with modules is superficial, the presence of science educators enhances the processing of information but few interactions were of the exploratory type. Suggestions are made to enhance the involvement of students with the exhibits.

Keywords: Science museums; Interactive exhibits; science educators; non-formal education; verbal interactions.

Introdução

Os museus de ciência são considerados instituições culturais sem fins lucrativos, abertas ao público, e onde se conservam, estudam e, em parte, se expõem testemunhos materiais da evolução da ciência e da tecnologia quer do passado quer atuais (ICOM, 1989). Ao longo dos tempos, os museus de ciência foram sofrendo transformações deixando de apresentar apenas coleções de objetos para passar a incluir módulos e objetos com os quais os visitantes podem interagir (GIL, 1993). Desta forma, têm procurado promover o envolvimento cognitivo, psicomotor e afetivo dos visitantes com a ciência e a tecnologia.

Embora os museus de ciência não tenham sido criados especificamente para o público escolar, este é quem mais os visita (CALDEIRA; ANTUNES, 2005; DELICADO, 2010; MANDARINO, 2001; RENNIE, 2007), sendo reconhecidas as potencialidades destes locais em complementar ou apoiar a aprendizagem na sala de aula (ANDERSON; LUCAS, 1997; BELL; LEWENSTEIN; SHOUSE; FEDER, 2009; FLEXER; BORUN, 1984). Vários fatores são hoje aceites como condicionando a aprendizagem de grupos escolares, designadamente a articulação entre o que se passa na sala de aula e no museu (ANDERSON; LUCAS, 1997; ANDERSON; LUCAS; GINNS; DIERKING, 2000; GRIFFIN, 1998, 1999; MORTENSEN; SMART, 2007), a possibilidade de os alunos terem alguma liberdade de escolha e controlo sobre o que querem aprender durante a visita (GRIFFIN, 2004), o envolvimento dos alunos em atividades que lhes permitam tirar o melhor partido da singularidade do local, estimulando a interação social (DEWITT; STORKSDIECK, 2008). Este último aspeto reveste-se de elevada importância pois é hoje aceite que a aprendizagem em museus de ciência é fortemente influenciada pela natureza das interações sociais que se estabelecem entre os diferentes intervenientes: professores, alunos e monitores (FALK; DIERKING, 1992; FINO, 2001; LEINHARDT; CROWLEY; KNUTSON, 2002; MANDARINO, 2001).

O que se aprende na escola é, possivelmente, diferente do que se aprende no museu, até porque as visitas a estes locais são de curta duração e porque o contexto em que se aprende é diferente (DEWITT; HOHENSTEIN, 2010; RENNIE, 2007). Museu e escola possuem histórias, linguagens, propostas educativas e pedagógicas

diferentes (MANDARINO, 2001). Contudo, os mecanismos envolvidos no processamento de informação no contexto dos museus são os mesmos de outros contextos pois aprender, sob o ponto de vista construtivista, é um processo que decorre de forma continuada, envolve o relacionamento dos conhecimentos prévios com a informação a aprender, é influenciado pelo contexto, físico e social, em que o indivíduo se insere em cada momento e acontece ao longo do tempo (DIERKING; FALK; RENNIE; ANDERSON; ELLENBOGEN, 2003). Recolher evidências dos mecanismos de processamento de informação usados pelos visitantes nas visitas aos museus, bem como o seu reflexo na aprendizagem, tem sido uma das preocupações dos educadores de ciências (LEINHARDT; CROWLEY; KNUTSON, 2002). Tendo em conta estas preocupações, este estudo, centrado na análise das interações verbais dos alunos durante as visitas de estudo, procurou compreender como os alunos dão sentido às experiências que encontram e como os educadores em ciências (monitores e professores) promovem a compreensão.

As visitas de estudo a museus, o processamento de informação e o envolvimento de nível superior dos alunos com os módulos

As visitas escolares a museus de ciência não são, frequentemente, implementadas tendo em conta as recomendações presentes na literatura (DEWITT; STORKSDIECK, 2008; GOTTFRIED, 1980; GRIFFIN, 2004; GRIFFIN; SYMINGTON, 1997; KUBOTA; OLSTAD, 1991). Estas visitas, aqui designadas de livres, caracterizam-se por uma desvalorização de atividades de pré e pós visita, sendo as atividades durante as visitas de estudo frequentemente inexistentes. Tal não significa, necessariamente, que as visitas de estudo sejam, fatalmente, uma perda de tempo. Na verdade, os museus de ciência proporcionam, a quem os visita, a possibilidade de diálogo sobre e acerca da ciência, sendo o enfoque deste diálogo condicionado pela mensagem subjacente ao módulo ou exposição (GILBERT, 2001; RENNIE, 2013; GOUVÊA; LEAL, 2001). A eficácia dos diálogos parece ser influenciada, entre outros aspetos, pelo interesse e vontade do aluno em se envolver com o módulo, pela sua persistência na compreensão da mensagem que se encontra subjacente ao módulo, pelo desenho dos módulos, e pelo tipo de interação social entre pares (RENNIE, 2013). Quando os alunos se envolvem cognitivamente com os módulos, a atenção, a formulação de questões, a ativação de conhecimentos prévios e a compreensão dos painéis explicativos desempenham um papel chave no processamento da informação.

A atenção corresponde, em psicologia, à seleção de uma porção de informação do meio para posterior processamento. A informação que é selecionada resulta de uma interação entre processos “top-down” e processos “bottom-up” (GOPHER, 2003). Em algumas situações os processos “top-down” conduzem o aluno a focar-se em aspetos dos módulos que vão ao encontro das suas expectativas ou agendas; em outras situações, os desenhos dos módulos privilegiam o realce de alguns elementos em relação a outros, o que conduz a processos “bottom-up” na seleção da informação a processar. Assim, a atenção do visitante pode ser desviada da mensagem dos módulos. Como resultado, o que é observado pode não apoiar a compreensão da mensagem subjacente ao módulo. Eberbach e Crowley (2009) consideram que a observação é fundamental em atividades científicas, mas é uma atividade complexa na qual os processos “top-down” têm de ser ativados pois o que é observado deve ser

enquadrado no âmbito disciplinar. Neste contexto, as observações científicas contrastam com as observação do dia a dia, as quais se caracterizam por identificar e descrever características de aparência do que está a ser observado.

As questões adequadas e formuladas no momento oportuno são fundamentais para a compreensão e explicação das observações científicas que são efetuadas (EBERBACH; CROWLEY, 2009). Gilbert, Boulter e Rutherford (1998) consideram que as explicações científicas não são mais do que respostas a questões de diferentes tipos: intencionais, “Qual o interesse do estudo deste fenómeno?”; descritiva, “Como é o comportamento do fenómeno?”; “Quais as entidades que podem ser usadas na construção científica da explicação deste fenómeno?”; causal, “Quais as causas do fenómeno?”; preditiva, “Como se comporta o fenómeno noutras condições?”. Para além disso, e no contexto dos museus de ciência, é ainda importante que se formulem questões que permitam a criação de conexões entre vários módulos (AFONSO; GILBERT, 2007).

À medida que os alunos desenvolvem competências de raciocínio científico, numa dada área, as questões que formulam tendem a ser de nível cognitivo mais elevado. Estas questões requerem que os alunos estabeleçam relações entre elementos, designadamente de tipo causa e consequência ou que comparem, avaliem e emitam um juízo de valor, com base em critérios (DAHLGREN; ÖBERG, 2001). As questões de nível cognitivo elevado contrastam com as questões de baixo nível cognitivo, as quais requerem respostas curtas que descrevem eventos ou que os identificam (DAHLGREN; ÖBERG, 2001; HARLEN, 2006).

A compreensão aprofundada de um fenómeno requer a ativação de conhecimento prévio, o qual deve servir de ancoradouro ao novo conhecimento. De acordo com TULVING (1984), o conhecimento que o indivíduo possui, e que se encontra armazenado na memória de longo prazo, pode ser classificado em episódico (conhecimento subjetivo de experiências pessoais passadas), semântico (corresponde a modelos mentais, factos, conceitos e ideias do mundo natural) e processual (conhecimento que pode apenas ser demonstrado para os outros), podendo todos estes tipos de conhecimento ser úteis na compreensão da nova informação (RAPP, 2005; ROSS; BRADSHAW, 1994). Durante o processamento de informação apenas uma pequena parte dos conhecimentos prévios, armazenados na memória de longo prazo, é ativada, e apenas uma pequena parcela destes é útil na compreensão da nova informação. No contexto dos museus, os visitantes adultos ativam memórias, tanto de natureza episódica como semântica, embora apenas uma pequena percentagem desta seja usada na compreensão do módulo (AFONSO; GILBERT, 2006). Constata-se, ainda, que a relação entre as memórias episódicas e as ideias subjacentes aos módulos são fortes quando o módulo se relaciona com situações do dia a dia (GILBERT; STOCKLMAYER, 2001).

Quanto aos painéis explicativos, vários autores têm vindo a mencionar que os visitantes leem os painéis explicativos, usando a informação para fazer sentido da experiência (ALLEN, 2002; HOHENSTEIN; TRAN, 2007; MCMANUS, 1989). A compreensão de um texto pode ocorrer a diferentes níveis, desde os níveis mais baixos (linguístico e semântico) aos níveis mais elevados (compreensão global do texto ao nível do que se encontra explicitamente descrito, e construção de um modelo situacional) (KINTSCH; RAWSON, 2005), sendo desejável que a compreensão ocorra a níveis mais elevados. Em particular quando os módulos apenas permitem observar um

dado fenômeno, o painel complementar poderá ser um ponto de partida para que os alunos reconstruam as suas explicações acerca do fenômeno observado.

Promover o raciocínio científico dos alunos durante as visitas de estudo: um papel a desempenhar pelos educadores em ciências

Os educadores em ciências, como os monitores dos museus e centros interativos de ciência e os professores, podem facilitar a construção de significados pelos alunos. Para que esta construção seja bem sucedida, estes profissionais não só necessitam de estabelecer canais de comunicação que permitam a troca de ações educativas (ALMEIDA, 1997) como devem intervir na “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP). A ZDP, característica da perspectiva socio-construtivista, pode ser vista como a distância que medeia entre o nível atual de desenvolvimento do aluno e o seu nível de desenvolvimento potencial no desempenho de tarefas de resolução de problemas (FINO, 2001).

Ao ter em atenção a ZDP, os educadores em ciências, ao invés de explicarem os princípios subjacentes aos módulos interativos, debitando discursos pré-existentes, devem estimular a interação verbal entre pares, com enfoque naquelas que resultam em diálogos de tipo exploratório, os quais se têm vindo a revelar como os mais eficazes em termos de aprendizagem (DEWITT; STORKSDIECK, 2008). Estes diálogos caracterizam-se pela partilha, de modo crítico e de forma construtiva, de ideias, as quais podem ser contestadas e contra contestadas com o objetivo de oferecer alternativas para a compreensão da mensagem (DEWITT; STORKSDIECK, 2008). Promover uma interação verbal que conduza a uma aprendizagem eficaz implica trabalhar com pequenos grupos de alunos (RENNIE, 2007); estimular a criação de relações entre os módulos, uma vez que a aprendizagem de um assunto é fortalecida quando os alunos relacionam de modo semântico módulos com que interagiram (AFONSO; GILBERT, 2008); incitar os alunos a efetuar observações científicas (ex.: estimular o reconhecimento de características relevantes do acontecimento observado, tendo por base o conhecimento disciplinar; estimular a descrição do comportamento e/ou a estrutura de um sistema; incitar a inter-relação observação e explicações) (EBERBACH; CROWLEY, 2009); promover o envolvimento dos alunos num ciclo de questionamento (GUTWILL; ALLEN, 2010). Em relação a este último aspeto, é de notar que as questões não têm de ser, necessariamente, formuladas pelos educadores em ciências, até porque alguns alunos poderiam considerá-las como ameaçadoras, sentindo-se constrangidos a responder (ASH; LOMBANA; ALCALA, 2012). Neste sentido, e dado que os aspetos lúdicos e cognitivos não são indissociáveis em visitas a museus de ciência, GUTWILL; ALLEN (2010) sugerem que o envolvimento dos alunos num ciclo de questionamento pode ser conseguido incitando-os a participar em jogos nos quais lhes é pedido para formularem questões ou para planearem a resposta a uma questão problema, usando para tal os módulos interativos.

Poucos estudos analisaram o modo como os educadores em ciências, em particular os professores, apoiam a aprendizagem durante as visitas de estudo (DEWITT; HOHENSTEIN, 2010; MORA, 2007). Os estudos existentes parecem apresentar resultados contraditórios; enquanto alguns estudos (ex., TUNNICLIFFE; LUCAS; OSBORNE, 1997) revelam que as conversas nas visitas escolares não estruturadas são de baixo nível cognitivo, sugerem que, mesmo em visitas não estruturadas, os

professores facilitam a construção de significados. Por exemplo, os estudos de KISIEL (2003, 2006) baseados apenas na observação das interações, revelaram que os professores formulam questões abertas, leem os painéis explicativos, estimulam a exploração dos objetos e módulos. De modo similar, e embora os estudos com monitores sejam escassos, alguns parecem indicar uma dissonância entre práticas dos monitores, caracterizadas por um modelo de transmissão de conhecimentos, e as representações dos monitores sobre as práticas que eles mesmos desenvolvem no espaço do centro interativo de ciência, as quais evidenciavam, na sua perspectiva, criatividade e diálogo (ASH; LOMBANA; ALCALA, 2012; TRAN, 2008). Por outro lado, o estudo de SÁPIRAS (2007) apresentou evidências de que os monitores formularam perguntas e efetuaram comentários que contribuíram para desencadear nos alunos reflexões sobre os animais observados num museu biológico.

Do exposto, parece ser necessário uma melhor compreensão dos processos de interação entre os pares e entre os alunos e os educadores de ciência (DEWITT; HOHENSTEIN, 2010) de modo a que se possam encontrar estratégias para estimular o raciocínio de ordem superior durante as visitas de estudo. Assim, este estudo procura responder às seguintes questões de investigação:

- *Qual a natureza dos diálogos entre os alunos e entre os alunos e os educadores em ciências?*
- *O que revelam os diálogos sobre o modo como os alunos processam a informação?*
- *O que revelam os diálogos sobre o modo como os educadores em ciências promovem o envolvimento dos alunos?*

Metodologia

Amostra

A amostra deste estudo caracteriza-se por ser uma amostra disponível, constituída por 229 alunos de 14-15 anos, provenientes de três escolas e que visitaram a secção de ótica do Museu de Ciência de Coimbra, Portugal, no âmbito de visitas de estudo de tipo livre. As visitas de estudo tinham como objetivo complementar as aprendizagens anteriormente efetuadas na sala de aula. Fazem ainda parte da amostra sete educadores em ciências que se encontravam na área expositiva durante as visitas (três professores de Física e Química que acompanhavam a visita de estudo e quatro monitores).

Recolha de dados

Locais selecionados para a recolha de dados

Na impossibilidade de se recolherem dados em todos os módulos da secção de ótica, selecionaram-se para este estudo três módulos interativos, aqui designados por: “Experiência de Newton” (figura 1); “Reflexão Total (ou Integral)” (figura 2); e “Refração” (figura 3). Estes módulos, descritos no quadro 1, foram escolhidos porque têm subjacentes conteúdos de ótica abordados na sala de aula e aparentam sustentar o diálogo entre os visitantes. Tal foi identificado a partir de observações informais

realizadas pelo primeiro autor antes da recolha de dados para o estudo e por conversas informais com os monitores do museu.



Figura 1: Módulo com a reprodução da Experimentum Crucis de Sir Isaac Newton.

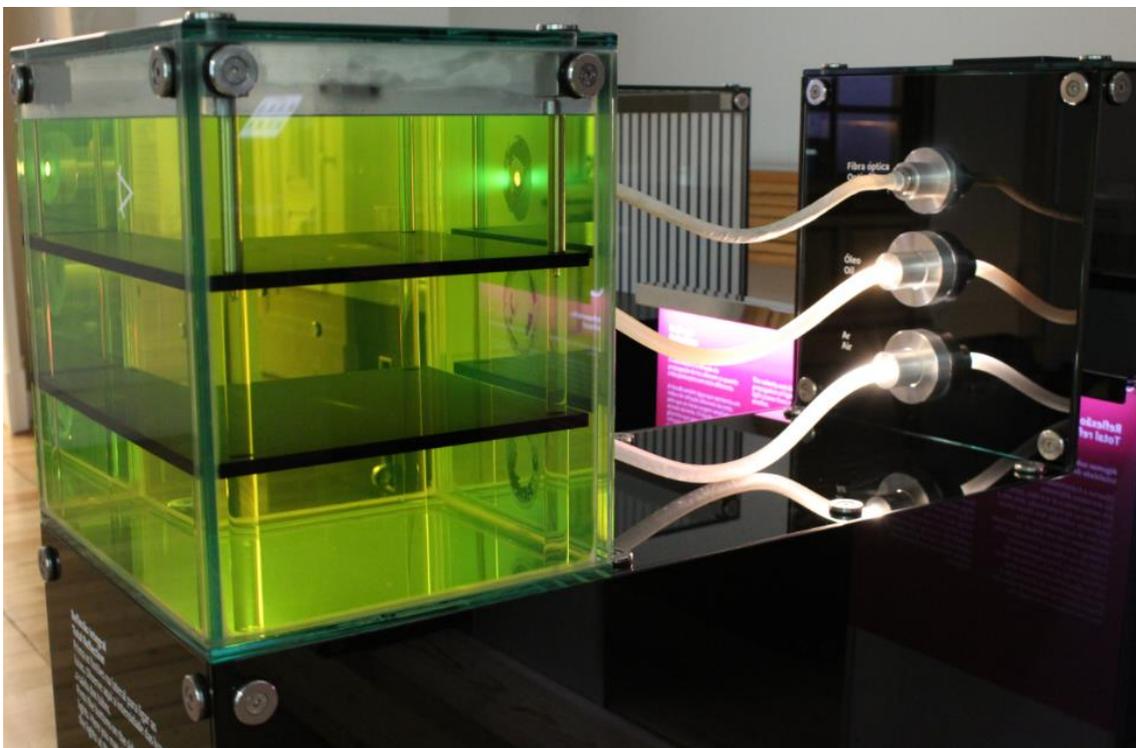


Figura 2: Módulo da Reflexão Total (ou Integral).



Figura 3: Módulo da Refração

Quadro 1: Descrição dos módulos selecionados

| | |
|--|---|
| <p>Experiência de Newton (Figura 1)</p> | <p>Reprodução da experiência crucial de Newton. O módulo é composto por uma fonte de luz branca, dois alvos e dois prismas. Ao ligar a fonte de luz, esta incide sobre um prisma na posição de desvio mínimo, observando-se um espectro de cores projetado num alvo em posição frontal relativamente à face do prisma. O alvo tem uma fenda, a qual pode ser deslocada na vertical com recurso a uma alavanca. Tal permite que um feixe de radiação com um dado comprimento de onda prossiga o seu trajeto até um segundo prisma, também colocado na posição de desvio mínimo relativamente ao feixe que o atinge. A radiação emergente do prisma incide num segundo alvo.</p> |
| <p>Reflexão Total (ou Integral) (Figura 2)</p> | <p>É composto por três fontes de luz acopladas, cada uma delas, a um tubo, que terminam num painel frontal onde pode ser observada e comparada a intensidade da luz emergente em cada um deles. Um dos tubos contém no seu interior ar, o segundo óleo e o terceiro uma fibra ótica. O objetivo é que o visitante observe e compare a luz que é “perdida” ao longo de cada um dos tubos e que faça o mesmo no painel frontal, concluindo que o meio em que a luz se propaga de forma mais eficaz é a fibra ótica, associando este facto à reflexão total da luz no interior da fibra e, ao mesmo tempo, à refração da luz nos outros meios materiais.</p> |
| <p>Refração (Figura 3)</p> | <p>Consiste em duas tinas contendo dois líquidos com índices de refração diferentes, água e glicerina, e duas lentes convergentes bicôncavas, com as mesmas características acopladas a um manípulo que permite deslocá-las na vertical, imergindo-as nos líquidos, cada uma delas numa tina diferente. Como fundo do módulo encontra-se um painel listado com riscas a preto e branco. Um observador posicionado frontalmente relativamente a cada uma das tinas, e antes de imergir as lentes nos líquidos, percebe as riscas centrais sem qualquer deformação. Quando se imergem as duas lentes, cada uma na respetiva tina, um observador, mantendo a sua posição frontal, observa que na tina contendo água a imagem obtida através da lente é deformada, enquanto na tina contendo glicerina as riscas, através da lente, mantêm a sua forma.</p> |

Procedimento de recolha de dados

Os dados foram recolhidos pelo primeiro autor a partir da observação não participante e da gravação áudio das conversas de 97 grupos de alunos que se formavam junto aos módulos, sendo que em 21 deles estavam presentes educadores em ciências, monitores ou professores, que também participaram nas conversas. A observação dos grupos foi efetuada colocando-se o primeiro autor junto dos ecrãs do circuito interno de câmaras de vigilância que mostravam, continuamente, o que se passava junto dos módulos selecionados.

De modo a garantir aspetos éticos, os professores responsáveis pelas visitas de estudo foram contactados pelo primeiro autor quando da sua chegada ao Museu de Ciência, e antes de se iniciar a visita de estudo. O primeiro autor explicitou os objetivos do estudo, o modo como os dados seriam recolhidos e pediu autorização aos professores para que eles e os alunos participassem no estudo. Para além disso, e de modo semelhante a outros estudos (ALLEN, 2002), foi colocado um painel indicador da realização do estudo à entrada da exposição e de modo visível. Neste painel referia-se que estava a decorrer um estudo e que a recolha de dados era feita através da gravação áudio em alguns módulos da exposição, sem os identificar. No final de cada visita os alunos foram informados acerca da localização dos gravadores e questionados sobre a sua concordância com a utilização das gravações neste estudo, caso contrário as gravações seriam destruídas. Nenhum dos alunos se manifestou contra a utilização das gravações.

Tratamento de dados

Procedeu-se à transcrição das interações verbais entre os alunos (17 horas). Foram transcritos 97 diálogos, assim distribuídos: “Experiência de Newton” (43); “Refração” (27); e “Reflexão Total (ou Integral) (27). Após a transcrição, as conversas foram sujeitas a uma análise de conteúdo no sentido de se procurarem respostas às questões de investigação (GHIGLIONE; MATALON, 1997). Começou-se por analisar, em termos globais, a natureza das interações verbais nos grupos, em particular se estes trabalhavam colaborativamente. Para tal, foram utilizadas as categorias de DEWITT; HOHENSTEIN (2010) que se encontram descritas no quadro 2, e às quais foi adicionada a categoria “Superficial”.

Quadro 2: Categorias usadas para classificar a natureza das interações verbais

| |
|---|
| Cumulativa - Os interlocutores constroem positivamente, mas acriticamente, sobre o que o outro disse. Os pares usam a conversa para construir um "conhecimento comum", por acumulação. Caracterizada por repetições, confirmações e elaborações. |
| Exploratória - Os interlocutores envolvem-se criticamente, mas de forma construtiva com as ideias uns dos outros. As ideias podem ser contestadas e contra contestadas, mas as contestações são justificadas e oferecem alternativas. |
| Disputada - Caracterizada pelo desacordo e pela tomada de decisão individualizada. Há poucas tentativas de reunir recursos ou de oferecer uma crítica construtiva às sugestões. |
| Paralela - Os interlocutores revezam-se nas intervenções (não se sobrepondo uns aos outros), mas não respondem aos comentários uns dos outros. |
| Superficial - Os interlocutores não encetam um diálogo efetivo ou, quando o fazem, este não é direcionado para a exploração do módulo interativo ou construção de um "conhecimento comum", resumindo-se a um comentário ou questão que pode coincidir com o acionar desinteressado de um componente do módulo interativo. |

De seguida, procurou-se uma análise mais pormenorizada dos diálogos, procurando-se identificar elementos relacionados com o processamento de informação, em particular em que medida os alunos realizam observações científicas; qual a natureza das questões formuladas, usando para tal as categorias de Dahlgren e Öberg (2001); que conhecimentos prévios são mencionados, usando para tal as categorias de Tulving (1984); e que uso fazem dos painéis explicativos, tendo-se criado para tal categorias que refletem os aspetos sobre os quais é focada a atenção (por exemplo: conteúdo ou aspetos sobre a natureza da ciência).

Para cada categoria em análise calcularam-se frequências e percentagens de respostas inseridas em cada categoria. Na apresentação dos resultados apresentam-se excertos de transcrições que ilustram as afirmações efetuadas.

Resultados

As interações entre alunos sem a presença de um educador em ciências

Quando as visitas são de tipo livre, poucas são as interações verbais entre alunos relacionadas com assuntos do módulo (15,8%). Estas são, na sua maioria, de natureza cumulativa, marcadas por questões de baixo nível cognitivo, e de tipo “de compreensão”, que solicitam a descrição do fenómeno (Tabela 1). A resposta a estas questões requer a realização de observações científicas, mas na maior parte das interações verbais constata-se que os alunos focam a atenção em alguns aspetos do que observam, ex.: cor. Raramente os alunos conseguem inferir, a partir da exploração do módulo, o fenómeno que se encontra subjacente:

Aluna C: Qual é a ideia disto?

Aluno B: Temos que acender a luz.

Aluno D: Como é que sabes?

Aluno A: A luz está ali em cima [aponta para a fonte de luz branca] e depois vem para aqui. Como é que se chama isto?

Aluno D: [lendo o painel] “A luz incide no prisma...” Olha, tem aí uns prismas.

Aluna C: Está aqui um e está outro mais à frente. A luz incide aqui no primeiro. Olha para ali!

Aluno A: Agora é luz vermelha.

Aluno D: Ah! Que giro!

Aluno A: Agora mexe-se aqui e a cor muda.

Aluno D: Ah! Que espetáculo!

Aluno A: Ou seja, mexendo aqui mudamos a cor! Aqui faz um reflexo e ali muda de cor.

Raramente, também, os alunos identificam os fenómenos observados ativando memórias episódicas relacionadas, por exemplo, com acontecimentos da sala de aula. Essa informação ativada restringe-se ao conteúdo científico não se registando

descrições relacionadas com a história da ciência, no caso do módulo experiência de Newton, ou com inter-relações ciência-tecnologia-sociedade, por exemplo no módulo reflexão total.

Aluno A: Queres vir para aqui fazer isto? Anda cá!

Aluno B: Ah?

Aluno A: Estás a ver o feixe de luz branca? Estás a ver ali a luz vermelha? Agora mete ali a luz vermelha.

Aluno B: Hum...

Aluno A: Nós demos isto em físico-química, fizemos teste a semana passada.

Aluno B: Pois foi, perfeitamente!

Embora os painéis explicativos façam referência não só ao conteúdo científico como também a aspetos históricos e sociais, estes últimos não são referidos nas conversas entre alunos.

Tabela 1: Elementos das interações verbais entre alunos relacionadas com a mensagem dos módulos

| Elementos | Interações verbais entre alunos | |
|---|---------------------------------|-------|
| | n | % |
| Atenção | | |
| • Em alguns elementos do módulo | 49 | 75,4 |
| • No fenómeno | 16 | 24,6 |
| Tipos de questões utilizadas nos diálogos | | |
| • Enciclopédicas | 33 | 38,8 |
| • De Compreensão | 49 | 57,6 |
| • Relacionais | 3 | 3,5 |
| Ativação espontânea de memórias | | |
| • Episódica | 8 | 100,0 |
| • Semântica | 0 | 0,0 |
| Leitura dos painéis | | |
| • Foca-se no conteúdo científico | 8 | 80,0 |
| • Foca-se em aspetos como natureza da ciência | 2 | 20,0 |

As interações entre alunos na presença de um educador em ciências

Constata-se que a presença de um educador em ciências, nos grupos de alunos, contribuiu para aumentar a percentagem de interações verbais relacionadas com assuntos dos módulos. Contudo, não foi, na maioria dos casos, suficiente para que se registasse, como seria desejável, uma elevada percentagem de interações verbais de natureza exploratória (Tabela 2).

Tabela 2: Características da interação verbal entre alunos na presença e sem a presença de um educador em ciências

| Natureza da interação verbal | Interação verbal entre | | | |
|------------------------------|------------------------|------|---------------------------------------|------|
| | aluno-aluno (n=76) | | alunos-educador em ciências (n=21) | |
| | f | % | f | % |
| Cumulativa | 11 | 14,5 | 12 | 57,1 |
| Exploratória | 0 | 0,0 | 3 | 14,3 |
| Disputada | 1 | 1,3 | 0 | 0,0 |
| Paralela | 0 | 0,0 | 1 | 4,8 |
| Superficial | 64 | 84,2 | 5 | 23,8 |

Nas poucas interações de tipo exploratório registadas (14,3%), constata-se um esforço do educador em ciências em promover o envolvimento dos alunos com os módulos, embora nem sempre o tenham feito usando uma linguagem cuidada do ponto de vista científico. Um exemplo que ilustra como este tipo de interação ocorre foi registado no módulo reflexão total: nesta interação, o educador encontrava-se junto ao grupo de alunos mas só interagiu com o mesmo quando constatou que este não conseguia, por si só, continuar a envolver-se com a mensagem do módulo:

Aluno A: E esta?

Aluno B: Reflexão total. [Lendo o painel] "A luz que consegues ver... observa na fibra ótica..." o que é a fibra ótica?

Aluno A: sei lá.

Educador: Então, é na fibra ótica?

Aluno B: O que é que é a fibra ótica?

Educador: Isto é que é a fibra ótica.

Aluno A: Isto é vidro?

A intervenção do educador contribuiu para que os alunos continuem envolvidos com o módulo, ao invés de, possivelmente, abandonarem o módulo. Assim, procurou que os alunos efetuassem observações científicas registando semelhanças e diferenças entre o comportamento da luz em diferentes meios e estimulou-os a usarem a terminologia científica:

Educador: É fibra ótica. O que é que temos aqui? Isto são meios diferentes, aqui entra a luz. E a luz que chega aqui? É diferente? É igual?

Aluno A: É melhor.

Educador: É melhor? O que é que queres dizer com melhor?

Aluno A: Entra mais no tubo...

Educador: Observando, há uma maior intensidade de luz que chega aqui, não é? O que é que isto quer dizer? Pelo caminho perde-se menos luz...

Aluno A: Esta é melhor...

Apesar de os alunos serem direcionados para efetuarem observações científicas, nem sempre os educadores estimularam os alunos na procura de uma explicação causal. Ao invés, transmitiram a explicação recorrendo, por vezes, ao uso de

analogias. Estas analogias foram apresentadas de modo espontâneo sem que se explicitassem as correspondências entre o análogo (aspecto familiar ao aluno) e o alvo (aspecto a aprender):

Educador: O que acontece? No óleo e no ar existe refração. A refração é um desvio da luz quando passa por um determinado meio. Esta refração é que faz com que a luz saia deste tubo. A luz que sai quando a luz bate aqui do lado não pode chegar ali pois não? A luz não chega ali pois não?

Aluno A: Não. Por isso não vemos a sair ali toda.

Educador: No caso da fibra ótica, o que é que acontece? A fibra ótica funciona como se tivéssemos pequenos espelhos. Então, a luz em vez de refratar e sair do tubo, é sempre refletida no interior do tubo e então vai toda...

Aluno A: Até ao fundo.

Educador: Exatamente! E é como disseste, ela é toda refletida no interior do tubo e chega ali com mais, com maior intensidade.

Não foi só preocupação do educador que os princípios subjacentes ao módulo fossem compreendidos, como este também procurou que os alunos estabelecessem relações entre o módulo e o dia a dia:

Educador: Porque é que é que se utiliza isto? Quando temos net, televisão, etc.. Porque é que se utiliza a fibra ótica?

Aluno B: Para chegar mais rápido. Para não ter tantas...

Educador: Mas ela não chega lá toda ao mesmo tempo? Ou é para chegar toda?

Aluno B: Chega com melhor qualidade.

Educador: Chega com melhor qualidade. A informação que está contida na luz chega lá toda, ou seja, se há menos perdas de luz, há menos perdas de informação.

Aluno B: É melhor.

Educador: Exatamente, por isso é que é mais rápido, há menos perdas, não é preciso que o emissor envie as coisas várias vezes até que elas cheguem lá. Enviando em... elas nem sempre chegam lá, por isso é que o HD, a televisão HD, cada quadradinho minúsculo, cada pixel, que compõe toda a televisão, vai ter mais do que uma... para ter melhor resolução, para ter melhor qualidade. Então, para nós a fazermos chegar em tempo útil, temos que fazer com que naquele intervalo de tempo a quantidade de luz seja muito maior. Portanto a fibra ótica se usa aí.

Um outro exemplo de interação de tipo exploratório ocorre no módulo refração. Tal como no exemplo anterior, o educador não toma a iniciativa de intervir. Fá-lo quando constata que os alunos não são consensuais quanto aos registos do que observam:

Aluno A: Carregue no botão. Olha aí esse botãozinho. Aí a luz a passar.

Aluno B: [risos]

Aluno A: E aqui? Isto falta aqui um botãozinho.

Aluno C: Pois deve faltar.

Aluno B: E isto aqui? Este é igual a esse.

Aluno C: Ora vamos ver. "Observa as riscas no fundo através das lentes..."

Aluno A: Ah, baixa.

Aluno B: Ah, bom, hum!

Educador: Então o que é que podem observar?

Aluno C: Ficam mais largas, parece.

Aluno B: São diferentes.

Aluno A: Na minha opinião são mais grossas.

De seguida estimula os alunos a relembrem o fenómeno que se encontra associado ao que observaram:

Educador: E porque é que acham que elas ficam diferentes quando observam através das lentes? Ou não, ou sem ser através das lentes, ou mesmo que não seja através das lentes, imersas nos líquidos ou fora dos líquidos?

Aluno A: Tem a ver com a refração da luz na água.

Educador: Pronto, há a refração. Mas o que é que a refração da luz tem a ver com as riscas se verem de forma diferente? O que é que é a refração da luz?

Aluno C: É a luz que é refratada.

Educador: E o que é que significa "A luz ser refratada"?

Aluno C: Quando a direção é diferente.

Educador: Mas diferente porquê?

Aluno C: Muda de sentido.

Neste diálogo, tal como acontece em outros, embora o educador fosse promovendo a aprendizagem dos alunos na ZDP, parece sentir-se satisfeito com a resposta incompleta do aluno, tendo-se verificando, de seguida, que o grupo abandonou o módulo.

A maioria das interações verbais, na presença de um educador, é de natureza cumulativa (57,1%) e, ao contrário das interações de tipo exploratório, o educador não se preocupa em facilitar a construção de conhecimento na ZDP mas em transmitir informação. Os diálogos em que participam (Tabela 3) são marcados por questões de baixo nível cognitivo, sendo a maioria (75%) formulada pelos educadores e de modo retórico. Concretamente, mais de metade das respostas (54%) é dada pelo próprio educador e parte substancial (25%) não obtém qualquer resposta. Em poucos diálogos os alunos foram solicitados a relacionar os conhecimentos prévios com as suas observações ou foram incitados a ler os painéis complementares de modo a melhor compreenderem a mensagem subjacente ao módulo.

Um exemplo deste tipo de interação cumulativa foi registado no módulo da experiência de Newton. Neste diálogo, o educador aproveita as questões dos alunos para transmitir informação sobre o módulo:

Aluno A: É luz branca?

Educador: É. A luz branca é composta por todas as cores. Chega ali e decompõe! Aquele prisma decompõe a luz branca nas cores que a compõem. Entretanto vai para ali e vai passar por esta fenda. Depois vai passar neste segundo prisma!

Aluno A: Ah!

Educador: Depois vai passar neste segundo prisma que é para ver se ela se decompõe outra vez ou não! Resumindo: vem luz branca, todas as cores, chegaram ali e espalharam-se, e depois, ao passar no segundo prisma, por exemplo com o vermelho, claro que não se vão decompor. Só aparece o vermelho! Se agora selecionarmos o verde, ou entre o verde e o amarelo... verde, não é? Por exemplo, vamos ver. Ali está o verde e não se decompôs! Por isso, branco várias cores, decompõe-se em várias, chega ali e selecionamos para passar na fenda só uma das cores, ela não se decompõe outra vez, apesar de...

Aluno A: Isso tem a ver com a fenda, não tem a ver com o prisma?

Educador: Quer dizer, pela fenda só passou a cor que tu selecionaste. Ora vê deste lado! Vê deste lado! Deste, deste, anda para este lado. Assim vê onde é que está a fenda!

Aluno A: Ah!

Educador: Tu apenas escolhes a cor que tu queres e passa para lá só luz daquela cor.

Aluno A: Ah! É a cor que passa na fenda.

Educador: E apesar de passar luz naquele prisma não desdobra mais nada porque já só é luz de uma cor.

Aluno A: Ah!

Tabela 3: Elementos das interações verbais entre alunos na presença de um educador em ciências.

| Elementos | Interação entre alunos - educador em ciências | |
|---|---|------|
| | n | % |
| Atenção | | |
| • Em alguns elementos do módulo | 25 | 34,2 |
| • No fenómeno | 48 | 65,8 |
| Tipos de questões utilizadas nos diálogos | | |
| • Enciclopédicas | 45 | 53,6 |
| • De Compreensão | 32 | 38,1 |
| • Relacionais | 7 | 8,3 |
| Ativação espontânea de memórias | | |
| • Episódica | 7 | 77,8 |
| • Semântica | 2 | 22,2 |

Discussão

Apesar de o estudo não permitir fazer generalizações, apresenta algumas evidências que poderão ajudar a melhor compreender a natureza da interação verbal dos alunos durante as visitas de estudo de tipo livre e o papel que os educadores em ciências desempenham no envolvimento cognitivo dos alunos com os módulos.

Os diálogos entre alunos revelam que o envolvimento cognitivo destes com os módulos, durante as visitas de estudo de tipo livres, é superficial. Este resultado, em consonância com os estudos de Bamberger e Tal (2007), poderá ser explicado pelo

facto de as visitas de estudos serem do tipo livre, as quais são vividas pelos alunos mais como uma oportunidade de divertimento do que uma atividade direcionada à aprendizagem. Como resultado, os alunos não tomaram consciência dos objetivos a atingir com a visita de estudo, não ajustaram as suas agendas às agendas do professor (RENNIE, 2007), não se familiarizaram com a natureza dos recursos existentes num museu e no modo como se pode aprender a partir deles (ANDERSON; LUCAS; GINNS; DIERKING, 2000), e nem se formaram pequenos grupos de trabalho (RENNIE, 2007).

Por outro lado, e de modo menos expectável, constatou-se que os educadores em ciências não contribuíram para que os alunos processassem de modo mais aprofundado a mensagem dos módulos. Raramente envolveram os alunos em interações de tipo exploratório, formularam questões de elevado nível cognitivo ou incitaram à sua formulação; poucas vezes estimularam o relacionamento da mensagem de um dado módulo com as aulas, com situações do dia a dia, com a história da ciência, ou com outros módulos; não incentivaram a leitura dos painéis explicativos, de modo a perceber o sentido da experiência; nem estimularam os alunos a elaborar as ideias dos pares. Este resultado poderá refletir, no caso dos professores, falta de familiaridade com o espaço do museu (DEWITT; HOHENSTEIN, 2010); uma preocupação em controlar o comportamento da turma (GRIFFIN; SYMINGTON, 1997); uma agenda vaga para a visita de estudo; e desconhecimento sobre o modo de promover o envolvimento cognitivo dos alunos nestes espaços. No que concerne aos monitores, embora estes se encontrem familiarizados com o espaço do museu, as dificuldades em mediar as aprendizagens poderão relacionar-se com a frequente falta de articulação entre os professores e os monitores (TRAN, 2007), condicionando a natureza da sua interação; de as suas abordagens aos módulos serem preferencialmente expositivas (TAL; MORAG, 2007) e muito marcadas pela colocação de questões de baixo nível cognitivo (COX-PETERSEN; MARSH; KISIEL; MELBER, 2003; TAL; MORAG, 2007); pelo facto de os monitores tendencialmente darem mais relevância a factos e menos a ideias abrangentes (COX-PETERSEN; MARSH; KISIEL; MELBER, 2003); e pelo recurso a linguagem científica demasiado complexa, e nem sempre cuidada, tendo em conta o nível académico dos alunos (COX-PETERSEN; MARSH; KISIEL; MELBER, 2003).

Conclusão e recomendações

O estudo revela que o envolvimento cognitivo dos alunos com os módulos é superficial quando não estão na presença de um educador em ciências. Embora a presença do educador se tenha revelado positiva para um maior processamento de informação associada aos módulos, mesmo assim poucas foram as interações de tipo exploratório. Tal parece revelar alguma dificuldade destes profissionais em mediar as interações entre pares. Assim, parece importante que o sector educativo dos museus de ciência elaborem, para os educadores que acompanham os alunos durante as visitas de estudo, guias flexíveis de exploração dos módulos. Estes guias poderiam conter, entre outros aspetos:

- *Contextualização histórica dos módulos, possíveis conexões do módulo com contextos do dia a dia, com outros módulos e com os programas escolares;*

- *Sugestões de formas de promover a interação dos alunos com um dado módulo (ex.: exemplos de questões de elevado nível cognitivo que poderiam ser colocadas; formas de incitar os alunos a efetuar observações científicas, a registrar as suas observações e a relacioná-las com as explicações; analogias que poderiam, eventualmente, ser usadas com indicação de limitações, potencialidades e formas de exploração; formas de explorar os painéis explicativos, etc.).*

É de salientar que a implementação adequada destes guias requer que os profissionais possuam conhecimentos atualizados de didática específica que lhes permita, por exemplo: trazer conhecimentos teóricos prévios para compreender os princípios que lhes estão subjacentes, ser capaz de os implementar de modo reflexivo, desenvolver objetivos educacionais específicos para os alunos que visitam o espaço (QUEIRÓZ; KRAPAS; VALENTE; DAVID; DAMAS; FREIRE, 2002). Neste sentido, parece importante incluir na formação, inicial e continuada, destes profissionais, temas relacionados com a aprendizagem das ciências no âmbito das visitas de estudo a museus de ciências (MANDARINO, 2003).

Referências

AFONSO, A.S.; GILBERT, J.K. The Use of Memories in Understanding Interactive Science and Technology Exhibits. **International Journal of Science Education**, vol.28, n.13, p.1523-44, 2006.

AFONSO, A.S.; GILBERT, J.K. Educational value of different types of exhibits in an Interactive Science and Technology Centre. **Science Education**, vol.91, n.6, p.967-987, 2007.

AFONSO, A.S.; GILBERT, J.K. The nature of exhibits about acoustics in science and technology centers. **Research in Science Education**, vol.38, n.5, p.633-651, 2008.

SÁPIRAS, A. **Aprendizagem em museus: uma análise das visitas escolares no Museu Biológico do Instituto Butanan**, 2007. 155p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ALLEN, S. Looking for learning in visitor talk: A methodological exploration. In: LEINHARDT, G.; CROWLEY, K.; KNUTSON, K. (Orgs.). **Learning conversations in museums**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2002. p.259-303.

ALMEIDA, A.M. Desafios da relação Museu-Escola. **Comunicação & Educação**, vol.10, p.50-56, 1997.

ANDERSON, D.; LUCAS, K.B. The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation. **Research in Science Education**, vol.27, n.4, p.485-495, 1997.

ANDERSON D.; LUCAS, K.B.; GINNS, I.S.; DIERKING, L.D. Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. **Science Education**, vol.84, p.658-679, 2000.

ASH, D.; LOMBANA, J.; ALCALA, L. Changing Practices, Changing Identities as Museum Educators From Didactic Telling to Scaffolding in the zpd. In: DAVIDSSON, E.; JAKOBSSON, A. (Orgs.). **Understanding Interactions at Science Centers and Museums**. Boston: Sense Publishers, 2012. p.23-44.

- BAMBERGER, Y.; TAL, T. Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. **Science Education**, vol.91, n.1, p.75-95, 2007.
- BELL, P.; LEWENSTEIN, B.; SHOUSE, A.W.; FEDER, M.A. **Learning science in informal environments: People, places, and pursuits**. Washington DC: The National Academies Press., 2009.
- CALDEIRA, H.; ANTUNES, E. O Museu de Física da Universidade de Coimbra: das Origens às preocupações actuais. In: SILVA, A.C.; SEMEDO, A. (Orgs.). **Coleções de ciências físicas e tecnológicas em museus universitários: homenagem a Fernando Bragança Gil**. Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras, Departamento de Ciências e Técnicas do Património, 2005. p.55-74.
- COX-PETERSEN, A.; MARSH, D.; KISIEL, J.; MELBER, L. Investigation of Guided School Tours, Student Learning, and Science Reform Recommendations at a Museum of Natural History. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.40, n.2, p.200-218, 2003.
- DAHLGREN, M.; ÖBERG, G. Questioning to learn and learning to question: Structure and function of problem based learning scenarios in environmental science education. **Higher Education**, vol.41, p.263-282, 2001.
- DELICADO, A. Exhibiting science in Portugal- Practices and representations in museums. **Portuguese Journal of Social Science**, vol.9, n.1, p.19-32, 2010.
- DEWITT, J.; HOHENSTEIN, J. School trips and classroom lessons: An investigation into teacher-student talk in two settings. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.47, n.4, p.454-473, 2010.
- DEWITT, J.; STORKSDIECK, M. A Short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. **Visitor Studies**, vol.11, n.2, p.181-197, 2008.
- DIERKING, L.D.; FALK, J.H.; RENNIE, L.; ANDERSON, D.; ELLENBOGEN, K. Policy statement of the "Informal Science Education" Ad Hoc Committee. **Journal of Research in science Teaching**, vol.40, p.108-111, 2003.
- EBERBACH, C.; CROWLEY, K.E. From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologists World. **Review of Educational Research**, vol.79, n.1, p.39-69, 2009.
- FALK, J.H.; DIERKING, L.D. **The museum experience**. Washinton, Dc: Whalesbak Books, 1992.
- FINO, C. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): Três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, vol.14, n.2, p.273-291, 2001.
- FLEXER, B.K.; BORUN, M. The impact of a class visit to a participatory science museum exhibit and a classroom science lesson. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.21, n.9, p.863-873, 1984.
- GHIGLIONE, R.; MATALON, B. **O Inquérito**. 3. ed. Lisboa: Celta Editora. 1997.
- GIL, F. Museus de Ciência e Técnica. In: ROCHA-TRINDADE, M.B. (Orgs.). **Iniciação à Museologia**. Lisboa: Universidade Aberta. 1993. p.245-264.

GILBERT, J.K. Towards a unified model of education and entertainment in science centers. In: STOCKLMAYER, S.M.; GORE, M.; BRYANT, C. (Orgs.). **Science communication in theory and practice**. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic. 2001. p.123-142.

GILBERT, J.K.; BOULTER, C.; RUTHERFORD, M. Models in explanations, Part 1: horses for courses? **International Journal Science Education**, vol.20, n.1, p.83-97, 1998.

GILBERT, J.K.; STOCKLMAYER, S.M. The design of interactive exhibits to promote the making of meaning. **Museum management and curatorship**, vol.19, p.41-50, 2001.

GOPHER, D. Attention. In: NADEL, L. (Orgs.). **Encyclopedia of cognitive science**. London: Nature Publishing Group.2003. p.220-226.

GOTTFRIED, J. Do children learn on school field trips? **Curator**, vol.23, n.3, p.165-174, 1980.

GOUVÊA, G.; LEAL, M.C. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, vol.7, n.1, p.67-84, 2001.

GRIFFIN, J. Learning Sciences Trough Practical Experiences in Museums. **International Journal of Science Education**, vol.20, n.6, p.655-663, 1998.

GRIFFIN, J. Finding evidence of learning in museum settings. In: SCANLON, E.; WHITELEGG, E.; YATES, D. (Orgs.). **Communicating Science: Contexts and Channels**. London: Routledge with the Open University, 1999. p.110-119.

GRIFFIN, J. Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. **Science Education**, vol.88, n.11, p.59-70, 2004.

GRIFFIN, J.; SYMINGTON, D. Moving from Task-Oriented to Learnig-Oriented Strategies on School Excursions to Museums. **Science Education**, vol.81, n.6, p.763-779, 1997.

GUTWILL, J.; ALLEN, S. **Group Inquiry at Science Museum Exhibits: Getting Visitors to Ask Juicy Questions**. Walnut Creek: Left Coast Press, 2010.

HARLEN, W. **Teaching, learning and assessing science**. London: Sage Publications. 2006.

HOHENSTEIN, J.; TRAN, L. The use of questions in exhibit labels to generate explanatory conversation among science museum visitors. **International Journal of Science Education**, vol.29, n.12, p.1557-80, 2007.

ICOM, International Council of Museums. **ICOM Statutes**. Maison de L'Unesco: Paris Cedex 15, France, 1989.

KINTSCH, W.; RAWSON, K.A. Comprehension.In: SNOWLING M.J.; HULME C. (Orgs.). **The science of reading: a handbook**. Malden, MA: Blackwell, 2005. p.209-226.

KISIEL, J.F. Teachers, museums and worksheets: A closer look at the learning experience. **Journal of Science Teacher Education**, vol.14, n.1, p.3-21. 2003.

KISIEL, J.F. An examination of field trip strategies and their implementation within a natural history museum. **Science Education**, vol.90, n.3, p.434-452, 2006.

- KUBOTA, C.; OLSTAD, R. Effects of novelty-reducing preparation on exploratory behaviour and cognitive learning in a science museum setting. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.28, n.3, p.225-234, 1991.
- LEINHARDT, G.; CROWLEY, K.; KNUTSON, K. **Learning Conversations in Museums**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002.
- MANDARINO, M. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.18, n.1, p.85-100, 2001.
- MANDARINO, M. A formação inicial de professores e os museus de ciências. In: SELLES, S.E.; FERREIRA, M.S. (Orgs.). **Formação docente em Ciências: memórias e práticas**. Rio de Janeiro: EDUFF, 2003. p.59-76.
- MCMANUS, P. Oh, yes, they do: How museum visitors read labels and interact with exhibit texts. **Curator**, vol.32, p.174-189, 1989.
- MORA, M.C.S. Diversos enfoques sobre as visitas guiadas nos museus de ciência. In: MASSARINI, L.; MERZAGORA, M.; RODARI, P.(Orgs.). **Diálogos & Ciência: mediação em museus e centros de ciência**. Rio de Janeiro: Museu da vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2007. p.22-27.
- MORTENSEN, M.F.; SMART, K. Free-choice worksheets increase students' exposure to curriculum during museum visits. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.44, n.9, p.1389-1414, 2007.
- QUEIRÓZ, G.; KRAPAS, S.; VALENTE, M.; DAVID, E.; DAMAS, E.; FREIRE, F. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e Ciências a fins/Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol.2, n.2, p.77-88, 2002.
- RAPP, D. Mental models: Theoretical issues for visualizations in science education. In: GILBERT, J.K. (Orgs.). **Visualization in science education**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2005. p.43-60.
- RENNIE, L. Learning Science Outside of School. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N.(Orgs.). **Handbook of research on science education**. 1.ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates. 2007. p.125-167.
- RENNIE, L.J. The practice of science and technology communication in science museums. In: GILBERT, J.K.; STOCKLMAYER, S.M. (Orgs.). **Communication and engagement in the informal sector: Issues and dilemmas**. London: Routledge, 2013. p.197-211.
- ROSS, H.B.; BRADSHAW, G.L. Encoding effects of reminders. **Memory & Cognition**, vol.22, n.6, p.591-605, 1994.
- TAL, T.; MORAG, O. School visits to natural history museums: teaching or enriching? **Journal of Research in Science Teaching**, vol.44, n.5, p.747-769, 2007.
- TRAN, L.U. Teaching Science in Museums: The Pedagogy and Goals of Museum Educators. **Science Education**, vol.91, n.2, p.278-297, 2007.
- TRAN, L.U. The work of science museum educators. **Museum Management and Curatorship**, vol.23, n.2, p.135-153, 2008.

TULVING, E. Précis of elements of episodic memory. **The Behavioural and Brain Science**, vol.7, p.223-268, 1984.

TUNNICLIFFE, S. D.; LUCAS, A. M.; OSBORNE, J. School visits to zoos and museums: A missed educational opportunity? **International Journal of Science Education**, vol.19, n.9, p.1039-56, 1997.

Submetido em agosto de 2013, aceito para publicação em agosto de 2014.