

Partilhar para Aprender: Um Estudo sobre as Interações dos Alunos nos Módulos de Ótica de um Museu de Ciência

(Sharing for Learning: A Study about Students' interactions with Exhibits About Optics in a Science Museum)

FRANCISCO E. RODRIGUES¹ e ANA SOFIA AFONSO²

¹ Agrupamento Vertical de Escolas de Ribeira de Pena - Portugal (stanis18@hotmail.com)

² Universidade do Minho – Portugal (aafonso@ie.uminho.pt)

Resumo. As visitas escolares a museus de ciência constituem uma oportunidade única para muitos alunos, defendendo muitos professores a sua articulação com o currículo escolar. Embora esta articulação nem sempre aconteça, os jovens estão mais conscientes do papel dos museus para comunicar ciência. Interessa, por isso, saber quais as experiências vividas pelos alunos no museu quando a relação professor-museu-aluno não é planejada e, em particular, como aprendem e o que aprendem os alunos nestas visitas. O estudo decorreu no museu de ciência da Universidade de Coimbra, Portugal com alunos, 14-15 anos, em visitas escolares. A observação do comportamento dos alunos e a análise das suas conversas permitiu constatar que em apenas 30% dos 83 diálogos analisados os alunos procuram ir para além da interação superficial com os módulos, explicando e partilhando ideias com os pares. As conversas foram de tipo cumulativo pois as ideias apresentadas no grupo não foram avaliadas ou elaboradas.

Abstract. School visits to science museums provide unique opportunities for many students, and many teachers argue that they need to be linked to the school curricula. Although this link is not always created, youth are more aware of the role that museums play in science communication. It is important to know what students experience in the museum when the relationship teacher-museum-student is not planned. Particularly, how do they learn and what do they learn. This study was carried out in the science museum of University of Coimbra, Portugal with students aged 14-15 ys, in a school visit. Observation of the students' behaviour and the analysis of their conversations showed that only in 30% of 83 analysed dialogues students sought to go beyond superficial interaction with the exhibits, explaining and sharing ideas with peers. Conversations were cumulative in nature as the ideas presented in the group were not evaluated or elaborated.

Palavras-chave: visita escolar, museu de ciência, ótica, aprendizagem, diálogos no museu

Keyword: school visits, science museums, optics, learning, dialogues in the museum

Os museus de ciência e as visitas escolares

Nas últimas décadas tem-se assistido, nos programas políticos de diferentes países, a uma crescente preocupação em comunicar ciência a diferentes públicos com o intuito de promover a sua cultura científica (DELICADO, 2010). Os museus de ciência são um dos recursos usados para este fim, sendo aqui definidos como instituições permanentes, abertas ao público e onde se conservam, pesquisam, divulgam e expõem testemunhos materiais e imateriais relacionados com a ciência, com o objetivo de estudo, educação e lazer (ICOM, 2007). Estes espaços oferecem a particularidade de apresentarem uma inter-relação entre a ciência, a técnica e a arte capaz de manter o visitante interessado e permitindo-lhe viver os temas em exposição, não só a nível sensorial e afetivo, mas também em termos de análise crítica (NASCIMENTO e VENTURA, 2001). Para que tal seja possível, os museus têm-se renovado ao longo dos tempos, fruto das alterações que ocorrem na sociedade e nas correntes pedagógicas

(NASCIMENTO; VENTURA, 2001). Assim, estes espaços expõem não só coleções de objetos, para estudo e difusão, mas também exposições temáticas que fazem uso de uma diversidade de recursos, desde objetos e suas réplicas a módulos interativos e aplicações informáticas. Estas exposições temáticas incitam o visitante a interagir com os recursos, despertam-lhe curiosidade, interesse, estimulam a procura de resposta às suas questões, promovem a reconstrução das suas ideias, e encorajam a partilha de experiências pessoais com outros visitantes (ALLEN, 2002; MCMANUS, 1992). Esta forma de interação com os recursos do museu tem conduzido a uma aceitação crescente destes espaços pela população mais jovem (CHAGAS, 1993), resultando, muitas vezes, em memórias duradouras que podem estimular o desejo de saber mais ou que podem ser lembradas mais tarde para fazer sentido de novas situações (STOCKLMAYER; GILBERT, 2002).

Embora concebidos para o público em geral, são os alunos do ensino fundamental e médio, no âmbito de visitas escolares, quem mais visitam os museus de ciência (CALDEIRA; ANTUNES, 2005; DELICADO, 2010). Ao serem integrados na educação formal, os museus, tal como outros recursos não-formais, adquirem novo significado, isto é, passam a interagir e a cooperar com o currículo escolar (ROCHA; MARTINS, 2002). Os professores promovem visitas escolares a estes locais por considerarem que estes são espaços promotores da aprendizagem dos seus alunos, sendo valorizado pelos docentes: o contato com experiências e objetos aos quais, de outra forma, os alunos dificilmente teriam acesso; a (re)construção do conhecimento; o estímulo à curiosidade e interesse dos alunos pela ciência ou a oportunidade de aplicar os conhecimentos a situações diferentes do contexto de sala de aula (ANDERSON et al., 2006; KISIEL, 2005; MICHIE, 1998).

Preparar e implementar uma visita escolar bem-sucedida a um museu de ciência é uma tarefa complexa e exigente para o professor, que muitas vezes, considera que as dificuldades logísticas são superadas pela articulação da visita escolar com o currículo escolar (ANDERSON et al., 2006). No entanto, a investigação tem vindo a revelar que poucos professores estabelecem inter-relações entre os alunos, o professor e o museu de modo a criar um “ciclo de aprendizagem” que promova visitas escolares eficazes (GRIFFIN, 2007; LOURENÇO, 2012).

Visitar um museu de ciência no âmbito de uma visita escolar é, para muitos alunos, uma experiência única, à qual muitos não teriam de outro modo acesso,

especialmente quando o museu se situa longe da sua área de residência. Importa por isso saber que sentido fazem estes alunos dos recursos que encontram durante a visita escolar quando a relação professor-museu-aluno não é planejada. A resposta a esta questão não é simples. Sabe-se que poucas são as probabilidades de que as aprendizagens que daí decorram irem de encontro ao que se aprende na escola, pois os alunos não conhecem a agenda do professor para a visita, não sendo, assim, possível ajustá-la à sua (ANDERSON et al., 2008). Também são, por vezes, limitadas as interações verbais entre os alunos e o professor as quais seriam importantes na construção do conhecimento (FARIA; CHAGAS, 2012). Por outro lado, nestas visitas, os alunos têm a oportunidade de, ao seu ritmo, explorar os recursos com quem quiserem, seguindo os seus interesses e motivações. Aliás, quando esta componente se encontra ausente nas visitas escolares (ex.: quando se faz uso de fichas de trabalho estruturadas), os alunos sentem que as experiências vivenciadas foram condicionadas (GRIFFIN, 2011; MORTENSEN; SMART, 2007). Os poucos estudos empíricos conhecidos não são consensuais em relação às experiências vividas pelos alunos. Alguns estudos têm mostrado que nestas visitas os alunos apreciam objetos reais, gostam de interagir com módulos interativos e não gostam de ser distraídos (GRIFFIN, 2011). Mais ainda, as conversas com os pares revelam que os alunos se envolvem na interação com os módulos, partilham experiências, formulam questões e procuram explicações (CARLISLE, 1985). Há, no entanto, outros estudos que revelam uma realidade diferente. Tunnicliffe et al. (1997) e Bamberger e Tal (2007) constataram que nas visitas escolares, nas quais não são dadas indicações de como e com quem explorar o espaço do museu, as conversas dos alunos são pobres, focando-se na observação, na identificação dos elementos da exposição e em relembrar experiências prévias sem que estas sejam usadas para fazer sentido do que é encontrado no museu.

Perspectiva sociocultural: um referencial teórico para estudar as experiências vividas pelos visitantes no museu

Vários referenciais teóricos têm vindo a ser adotados para estudar o impacto da visita a um museu na perspectiva do visitante e de que são exemplo as teorias construtivistas pessoais (BORUN; MASSEY, 1991; STOCKLMAYER; GILBERT, 2002), antropológicas (BONNER, 1991) ou socioculturais (DAVIDSSON; JAKOBSSON, 2012; PHIPPS, 2010), tendo esta última recebido nos últimos tempos atenção por parte dos investigadores (DAVIDSSON; JAKOBSSON, 2012; RENNIE,

2007, 2014). Segundo esta perspectiva, as experiências vividas são o resultado do envolvimento dos indivíduos em interações sociais significativas. Estas são mediadas pelos vários agentes com quem interagem (ex.: pares, professores, educadores dos museus), empregam uma variedade de ferramentas de comunicação e de pensamento (ex.: toque, linguagem verbal e gestual, memórias episódicas e semânticas) e permitem que múltiplos objetivos sejam atingidos (ex.: divertimento e/ou aprendizagem, no contexto do museu) (ROWE; KISIEL, 2012). Assim, as relações de interação que se estabelecem entre pares (ex.: verbais ou observando o que os outros fazem) podem servir de estímulo a novas formas de interação com os objetos e módulos interativos (MCCLAFFERTY; RENNIE, 2012). Também os alunos parecem estar conscientes de que o que se aprende é dependente da qualidade das interações entre os agentes, ferramentas e contextos, tal como relataram Groundwater-Smith e Kelly (2003) num estudo com alunos do ensino fundamental e médio. Os autores constataram que, para os estudantes, a aprendizagem é facilitada quando: sabem como funcionam os recursos disponibilizados; têm oportunidade para procurar informação em várias fontes; são estimulados vários sentidos durante a interação; têm oportunidade de formular questões e de aprender com os pares e os seus interesses são tidos em conta, sem no entanto serem confrontados a nível afetivo.

Objetivos de investigação

Este trabalho tem como objetivo analisar as interações que ocorrem entre os alunos em visitas escolares no museu quando a relação professor-museu-aluno não é planejada. Em particular, como aprendem e o que aprendem os alunos nestas visitas.

Procedimentos metodológicos

O contexto para a coleta de dados

O estudo foi levado a cabo no museu de ciência da Universidade de Coimbra, Portugal. Este encontra-se instalado no “Laboratório Chimico” da Universidade de Coimbra, mandado edificar pelo Marquês de Pombal em 1772 para o ensino e investigação em Portugal. Com uma área coberta de cerca de 1000 m² (CASALEIRO, 2005), o museu alberga a exposição permanente “Segredos da luz e da matéria”, um espaço para exposições temporárias e um anfiteatro histórico de Química. Os dados foram coletados na exposição temática e permanente “Segredos da luz e da matéria” que

ocupa os dois espaços que foram laboratórios de aulas práticas. Numa das salas exibem-se objetos e instrumentos científicos de química que procuram narrar a história de utilização do laboratório. Na outra sala do laboratório, de maior dimensão, a exposição é composta por cinco secções, luz, luz e matéria, o Sol, a visão e a cor. Esta exposição alberga vários módulos interativos, objetos e instrumentos científicos. Para além disso, expõe algumas reproduções de experiências históricas do século XVIII com as quais os alunos podem interagir.

Para a coleta de dados selecionaram-se três módulos interativos da secção luz, cuja descrição se encontra no Quadro 1. Estes módulos foram escolhidos por: terem subjacentes assuntos escolares no tema Luz (dispersão, reflexão e refração da luz); apresentarem situações que não são, vulgarmente, observadas na sala de aula ou descritas nos livros didáticos, em particular a reprodução da experiência “crucis” de Newton; e por aparentarem causar perplexidade, interesse e sustentar o diálogo entre os alunos. Este último aspeto foi identificado a partir de observações informais realizadas pelo primeiro investigador, antes da coleta de dados, e por conversas informais com os monitores do museu.

Participantes

Participaram neste estudo 394 alunos, de 14-15 anos, provenientes de cinco escolas públicas portuguesas, num total de 17 turmas, e que se encontravam a efetuar visitas escolares ao museu de ciência da Universidade de Coimbra durante o período de coleta de dados. Em cada período de coleta de dados apenas uma escola se encontrava no museu. Para esses alunos o professor de Físico-Química era o mesmo, sendo o responsável pela visita escolar.

Uma entrevista semiestruturada realizada aos professores de Físico-Química, responsáveis pelas visitas escolares e que acompanharam os alunos ao museu, permitiu constatar que as visitas de estudo tinham como finalidade dar aos alunos a possibilidade de interagirem com os recursos do museu de modo a experienciarem os fenómenos e compreenderem os conceitos a eles associados de modo lúdico. Aos alunos não foram propostas atividades a realizar durante a visita escolar e, com exceção de um professor, todos tinham previsto a realização de atividades de pós-visita. Quanto aos alunos, a maioria nunca tinha visitado o museu de ciência da Universidade de Coimbra e a maioria tinha abordado o tema ótica na sala de aula (n=229). Em relação a este último

aspecto é de salientar que os alunos de um dado professor se encontravam em situações similares no que respeita à lecionação do tema ótica.

Quadro 1 – Descrição dos módulos selecionados

| | |
|---|--|
| <p>A luz decomposta já não se decompõe - Neste módulo, um feixe de luz branca passa através de um prisma, sendo projetado um espectro de cores num alvo (Figura 1). O alvo tem uma fenda, que pode ser deslocada na vertical com recurso a uma alavanca, de forma a permitir que uma pequena parte do espectro (uma única cor) prossiga o seu trajeto até um segundo prisma. Constata-se que este feixe secundário não muda de cor após atravessar o segundo prisma.</p> |  <p>Figura 1 - Módulo “A luz decomposta já não se decompõe”</p> |
| <p>Reflexão integral da luz - Módulo composto por três fontes de luz, cada uma acoplada a um tubo, com materiais diferentes no seu interior (ar, óleo e fibra ótica). Os tubos terminam num painel frontal onde se pode comparar a intensidade da luz emergente em cada um deles. É ainda possível comparar a luz que é “perdida” ao longo de cada um dos tubos (Figura 2). Constata-se que o meio em que a luz se propaga de forma mais eficaz é a fibra ótica.</p> |  <p>Figura 2 - Módulo “Reflexão integral da luz”</p> |
| <p>Refracção da luz - Módulo constituído por 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 imergi-las em cada um dos líquidos. Como fundo do módulo encontra-se um painel com riscas a preto e branco. Antes de imergir as lentes nos líquidos, as riscas centrais são percebidas, através das lentes, sem deformação (Figura 3). Quando imersas nos líquidos, observa-se que, apenas na tina contendo água, as riscas, observadas através da lente, são deformadas.</p> |  <p>Figura 3 - Módulo “Refracção da luz”</p> |

Fonte: Museu de ciência da Universidade de Coimbra, Portugal

Procedimento de coleta de dados

Os dados foram coletados a partir da observação não participante do comportamento dos alunos junto aos módulos selecionados e a partir da gravação das suas conversas junto aos mesmos. A observação dos grupos foi efetuada colocando-se o primeiro autor junto dos ecrãs do circuito interno de câmaras de vigilância. As conversas dos alunos foram registadas em gravadores digitais colocados de modo oculto

junto aos módulos. Os dados foram coletados após autorização da direção do museu de ciência da Universidade de Coimbra e dos professores responsáveis pelas visitas escolares. Para além disso, e à semelhança do estudo de Allen (2002), foi colocado de modo visível um placard à entrada da exposição no qual se referia que estava a decorrer um estudo de investigação e que a coleta de dados incluía gravações áudio das conversas dos visitantes em alguns módulos, sem os identificar. No final da visita escolar à exposição, os alunos foram contactados e foi-lhes pedido autorização para usar as gravações. Foi-lhes explicado os objetivos do estudo, o procedimento de coleta de dados, mostrado os locais onde se encontravam os gravadores, garantido que as conversas integrais só seriam ouvidas pelos investigadores e que os dados só seriam usados para efeitos de investigação. Caso os alunos não se sentissem confortáveis com o uso das gravações áudio estas seriam destruídas na sua presença.

Tratamento de dados

Depois de registadas as conversas em áudio, procedeu-se à transcrição dos diálogos, tendo sido transcritos todos aqueles que se encontravam perceptíveis na gravação, isto é, 120 diálogos, correspondentes a cerca de 17 horas de gravação. Houve necessidade de se proceder a uma redução de dados pois 37 diálogos correspondiam a conversas pessoais. Assim, o número total de diálogos analisados foi de 83. Os diálogos foram sujeitos a uma análise qualitativa de conteúdo no sentido de se procurarem respostas aos objetivos de investigação (GHIGLIONE; MATALON, 1997). Para além disso, foram ainda calculadas frequências e, por vezes, percentagens para as diferentes categorias de resposta criadas. Começou-se por analisar como se formaram os grupos que interagiram com os módulos, tendo-se posteriormente analisado em termos globais as suas conversas. Esta análise global permitiu inferir que as interações entre pares podiam ser divididas em dois grandes temas: “manipular, observar e expressar emoções” e “explicar e relacionar: para além de uma exploração superficial com o módulo”. Assim, enquanto no primeiro tema se enquadram as interações nas quais não existem preocupações em compreender os objetivos dos módulos, no segundo tema enquadram-se as interações nas quais os grupos de alunos procuram fazer sentido das suas observações. Para cada grande tema procurou-se analisar o conteúdo dos discursos dos alunos, tendo-se usado para tal uma adaptação das categorias de Allen (2002). Assim, as expressões proferidas nos diálogos foram classificadas em perceptiva, metacognitiva, conectiva, estratégica e afetiva. A estas categorias de Allen (2002)

acrescentou-se a categoria “explicativa”, na qual se utilizaram as categorias de Gilbert et al. (1998). Uma descrição deste sistema de categorias encontra-se no Quadro 2.

Na apresentação dos resultados reproduzem-se excertos das conversas dos alunos que ilustram a análise efetuada. Nestes diálogos é atribuído um nome aos alunos, o qual não corresponde ao seu nome verdadeiro. Para além disso, utilizaram-se as abreviaturas L e NL para indicar se aos alunos já tinha sido lecionado o tema ótica na sala de aula (L) ou se ainda não lhes tinha sido lecionado esse tema (NL).

Quadro 2 - Categorias usadas para analisar o conteúdo dos discursos dos alunos

| Categoria | Descrição |
|----------------------|---|
| Perceptiva | Expressões de atenção dos visitantes aos estímulos que o cercam (ex.: identificação, nomeação, caracterização aspetos observados) |
| Explicativa | Explicações de tipo descritivo, causal, interpretativo e preditivo |
| Metacognitiva | Reflexões sobre a aprendizagem |
| Conectiva | Criação de relações com conhecimentos prévios (ex.: com recordações de interações com outros módulos, experiências do quotidiano ou histórias pessoais) |
| Estratégica | Comentários sobre como operacionalizar os módulos |
| Afetiva | Declarações que traduzem emoções (ex.: satisfação ou frustração) |

Fonte: ALLEN (2002); GILBERT et al. (1998)

No tema “explicar e relacionar: para além de uma exploração superficial com o módulo” procurou-se, ainda, identificar o que desencadeou as conversas relacionadas com o conteúdo dos módulos e caracterizar a natureza destas, usando para tal o sistema de categorias proposto por DeWitt e Hohenstein (2010) (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorias usadas para caracterizar a natureza das interações verbais entre os alunos

| Categoria | Descrição |
|---------------------|---|
| Cumulativa | Os interlocutores constroem, positiva mas acriticamente, sobre o que o outro disse. Constroi-se um "conhecimento comum" por acumulação. Os diálogos caracteriza-se por repetições, confirmações e elaborações |
| Exploratória | Os pares envolvem-se criticamente, mas de forma construtiva, com as ideias uns dos outros. Estas podem ser contestadas e contra contestadas mas as contestações são justificadas e oferecem alternativas |
| Disputada | Os pares manifestam desacordo e tomam posições individualizadas. Revelam pouca preocupação em reunir ideias ou em apresentar críticas construtivas |
| Paralela | Os interlocutores revezam-se nas intervenções (não se sobrepondo uns aos outros) mas não respondem aos comentários uns dos outros |

Fonte: DeWitt e Hohenstein (2010)

Resultados

Formação de grupos de alunos junto aos módulos

Os dados recolhidos revelam que os alunos se aproximam dos módulos sozinhos ou em pequenos grupos (geralmente de dois ou de três elementos) e que quando, por algum motivo, os módulos prendem a sua atenção, permanecem junto a estes manipulando-os e conversando. Nem sempre o número de elementos deste grupo se mantém estável durante a interação com o módulo. Por vezes, alguns alunos do grupo base encorajam outros, que não se encontram na vizinhança do módulo, a interagir com o mesmo. Registraram-se também situações nas quais alunos que passam na vizinhança do módulo se aproximam por sua iniciativa do grupo base, procurando integrar-se. Assim, ao grupo inicial vão-se juntando outros alunos, tendo-se registado até cinco elementos junto a um dado módulo. Por exemplo, no diálogo que a seguir se apresenta, os alunos Carlos e Maria aproximam-se de um grupo de alunos que se encontrava a interagir com o módulo “A luz decomposta já não se decompõe”:

Carlos: Não brinques com isso! Pensas que isso é para brincar?

(risos no grupo)

Maria: O que é que estás a fazer?

José: Uma coisa. Oh Bernardo, anda aqui. Olha ali! Olha ali! Está com cores.

Bernardo: É por causa disto aqui (aponta para o prisma).

Carlos: Olha aqui, a luz e as cores.

Catarina: Onde é que se vê as cores?

José: Aqui (no alvo) é que vês. Olha aqui. Queres ver cores?

Catarina: Quero.

Carlos: Olha, cores. Cores tão bonitas! Tão bonitas!

Manipular, observar e expressar emoções

A maioria das interações entre pares, cerca de 70% (59 diálogos), caracteriza-se por uma manipulação do módulo sem a preocupação de compreender os seus objetivos. A análise destas interações verbais revela que, independentemente do módulo com que interagem e de terem ou não estudado o tema ótica na sala de aula, os diálogos dos alunos são essencialmente marcados por expressões perceptivas (42,3% NL e 47,6% L), apontando e descrevendo os elementos que compõem o módulo ou partilhando o que observam; estratégicas (15,4% NL e 21,4% L), na tentativa de compreenderem como se põe o módulo a funcionar, e afetivas (42,3% NL e 31,0% L), nas quais expressam emoções sobre o que é observado. Raramente se registraram diálogos nos quais os alunos procuram indagar qual o grau de satisfação de um colega com o módulo (Figura 4).

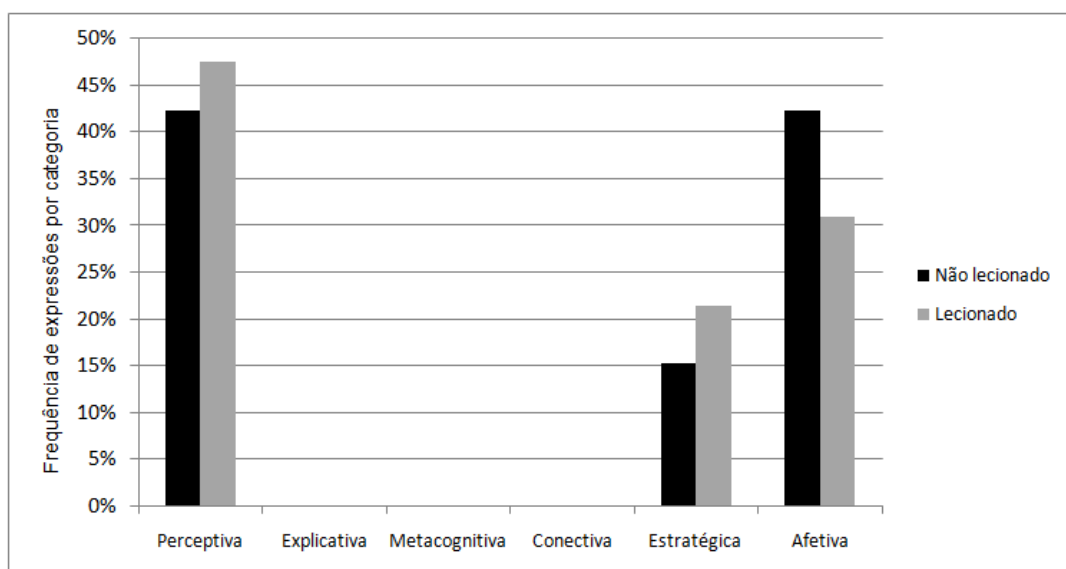


Figura 4 – Análise do conteúdo dos discursos dos alunos

Fonte: Diálogos dos alunos gravados no museu de ciência da Universidade de Coimbra

A presença da categoria “estratégica” nos diálogos dos alunos traduz as suas dificuldades em colocar o módulo a funcionar. Estas dificuldades são superadas pela leitura do painel explicativo ou solicitando a ajuda de um colega que previamente interagiu com o módulo. Estes aspetos são, por exemplo, evidenciados nos seguintes excertos de diálogo registados no módulo “refracção da luz” e no módulo “A luz decomposta já não se decompõe” respetivamente:

Sofia: Isto para que é?
 Gil: Aqui diz água.
 Sofia: E ali?

Gil: Ora vê.

Sofia: (Lendo o painel) “Mova a alavanca e observe as riscas...”.

Ana: O que é para fazer aqui? Oh João, anda cá. Não te importas de vir aqui?
(João aproxima-se)

Ana: O que é para fazer aqui?

João: Tens que ver isto aqui.

Os alunos verbalizam as observações que efetuam dos módulos, mas estas são, muitas vezes, incompletas ou irrelevantes para discutir as ideias subjacentes aos mesmos. Em parte porque os alunos apenas se focam nos aspetos visualmente mais salientes dos módulos (ex.: as riscas que se deformam, no módulo “refracção da luz”, ou a luz do laser a propagar-se na fibra ótica, no módulo “reflexão integral da luz”). Para além disso, os alunos partilham impressões sobre os módulos, sentindo-se ora satisfeitos ora frustrados com o que observaram, acabando por abandoná-los sem que estes tenham sido suficientemente explorados. Exemplos deste tipo de interação ocorrida nos módulos “A luz decomposta já não se decompõe” e “reflexão integral da luz” são respetivamente:

Márcia: Olha aqui.

Gabriela: Ah! É um arco-íris.

Márcia: Olha um arco-íris ali! Que bonito!

Joel: Para que é isto?

Guilherme: Fibra ótica. Carrega.

Joel: Está aqui.

Guilherme: Carrega. Espera aí. Ah! É para observar aqui.

Joel: Eii, um pontinho!

Explicar e partilhar: Para além da exploração superficial dos módulos

A exploração superficial dos módulos - caracterizada pela manipulação dos mesmos e registro de observações sem a preocupação de as compreender ou mesmo de analisar se estas correspondem ou não ao que o módulo pretende mostrar - foi a mais registada entre os alunos. Contudo, em algumas interações verbais, cerca do 30% (24 diálogos), os alunos conversam sobre as ideias subjacentes aos módulos, muitas vezes enquanto os manipulam. Assim, para além de expressões perceptivas (31,8% NL e 31,5% L), estratégicas (21,2% NL e 21,7% L), e afetivas (15,2% NL e 19,6% L), estas conversas incluem explicações (quer de tipo descritivo quer de tipo causal) (24,2% NL e 18,5% L) e o estabelecimento de relações com conhecimento prévio (6,1% NL e 7,6% L). As expressões metacognitivas, nas quais ocorre uma reflexão sobre a aprendizagem ocorrida, foram registadas num número muito reduzido de interações (1,5% NL e 1,1% L) (Figura 5).

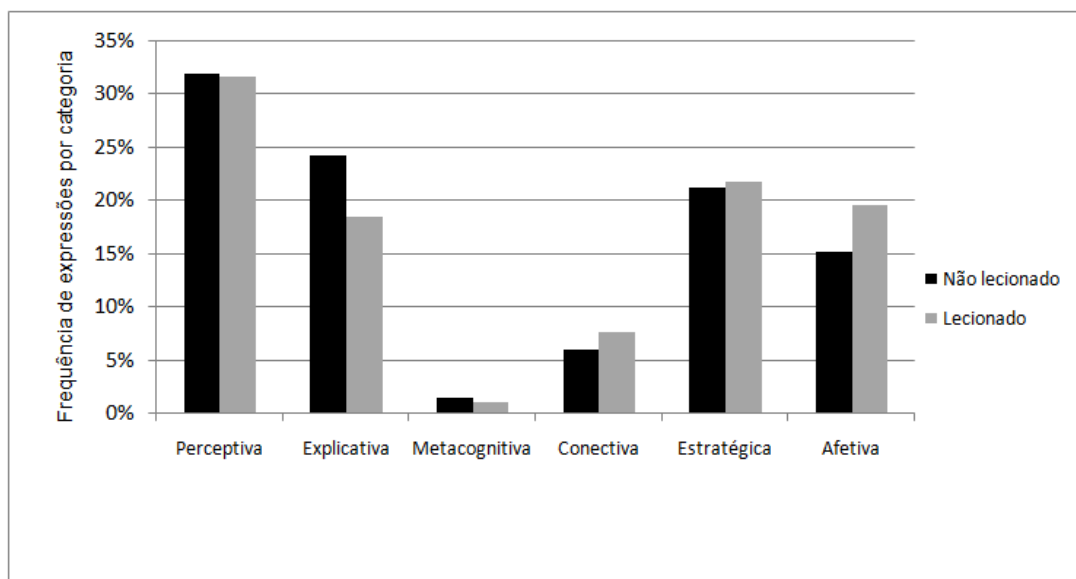


Figura 5 – Análise do conteúdo dos discursos dos alunos

Fonte: Diálogos dos alunos gravados no museu de ciência da Universidade de Coimbra

Estas conversas, que vão para lá de uma interação superficial dos módulos, parecem ser desencadeadas:

- a) pela necessidade de partilhar com os colegas os fenômenos observados e que são, para alguns alunos, familiares. Consta-se que, frequentemente, aqueles que conhecem o fenómeno incentivam os colegas a manipular o módulo, seguindo instruções. Um exemplo deste tipo de interação ocorreu no módulo “A luz decomposta já não se decompõe”:

Luís: Queres vir para aqui fazer isto? Anda cá!

Tiago: Ah?

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

Tiago: Hum...

Luís: Nós demos isto na (disciplina de) Físico-Química, fizemos teste a semana passada.

Tiago: Pois foi, perfeitamente!

- b) por pedidos de esclarecimento sobre as ideias subjacentes ao módulo, e para o qual um elemento do grupo é capaz de dar uma resposta. Por vezes, o aluno que apresenta a resposta encoraja o(s) colega(s) a manipular o módulo de modo a que este possa verificar a resposta dada. Os excertos de diálogos ocorridos nos módulos “reflexão integral da luz” e “refracção da luz”, respetivamente, são exemplos deste tipo de interação:

Helena: Isto é óleo, isto é ar, isto é fibra ótica.

Manuel: Isso significa que a fibra ótica tem melhor qualidade

Helena: Como é? (lê o painel) “a luz propaga-se por uma onda eletromagnética”. Isto é o quê?

Manuel: Isto é a propagação através de diferentes meios.
Helena: Isto é o quê?
Manuel: Primeiro tens que carregar aqui onde diz óleo. Quer dizer que a luz se vai propagar no óleo. Ouve lá, se eu carregar aqui, acende 1, se eu carregar aqui acende 2.
Helena: E agora?
Manuel: Se carregares neste é a fibra ótica. Aqui vê-se mais luz. Vá carrega no botão...

Olinda: Oh Laura, anda cá...
Laura: O que é?
Olinda: O que tenho que ver aqui?
Laura: São estas riscas ao fundo. Olha, [Lê o painel] “Observe as riscas através das lentes”. Olha pelas lentes.
Olinda: Que riscas?
Laura: Isto é um vidro normal (caixa de vidro que envolve o módulo), só que nós conseguimos observar pelas lentes. Não vês as riscas? E agora olha pela lente.
Olinda: Ah! Já estou a ver as riscas.

- c) pelo interesse do grupo, ou pelo menos de alguns dos seus elementos, em explorar o módulo de modo a compreender os seus objetivos. Durante esta exploração, os alunos vão formulando questões, lendo as legendas, encorajando os colegas a manipular os módulos e/ou partilhando as suas observações, sejam elas bem ou mal sucedidas. Exemplos deste tipo interação foram identificados no módulo reflexão integral da luz:

Manuel: Olha aqui estes, são bonitos.
Helena: Como é que se faz? Ora mostra.
Manuel: Ora faz, carrega aí.
Helena: Deixa ver. Aqui é fibra ótica.
Manuel: Prime todos.
Helena: Já está. Óleo e ar.
Manuel: Tens que acender a luz que é para ver todos.
Helena: O que é para ver?
Manuel: Que nós ao vermos a partir de vários tipos de...como é que se chama?
Helena: Tem diferentes conteúdos.
Manuel: Isto é o quê? Como se chama? (Lê a legenda) Ah! Fibra ótica. A luz vai pela fibra ótica...aqui vai pelo óleo...e aqui pelo ar. O que nós vemos melhor, é o que vem pela fibra ótica?

Clara: Ai...O que é isto?
Cidália: (Lê a legenda) “premir o botão para acender a luz”
Clara: (Gargalhada). Como é que isto coisa (funciona)?
Cidália: Deixa-me ver...
Graça: O que é aquilo? O que é isto?
Clara: Olha ali. Olha ali
Graça: Aqui é a fibra ótica, é a reflexão total...O que acontece nas fibras óticas? Fibra ótica, ar e óleo.
Armanda: Fibra ótica é o de cima porque (a luz) não passa.
Graça: Tens que te colocar no topo da experiência. Eu ajudo-te! Então aqui é que é para acender a luz que passa na fibra ótica.
(silêncio por alguns instantes)
Graça: Aqui é para ver qual é o tubo que tem mais luz... é o de cima, que tem fibra ótica não é? É a reflexão total.

Estas conversas sugerem que para além do envolvimento de natureza afetiva, os alunos também se envolveram cognitivamente com os módulos, sendo a interação verbal na sua maioria de natureza cumulativa (Tabela 1). Neste tipo de interação as ideias verbalizadas no grupo vão sendo apresentadas sem que os pares avaliem a sua veracidade ou as confrontem com as explicações do painel explicativo. Em vez disso, limitam-se a concordar com elas e a aceitá-las, abandonando o módulo de seguida. Tal sugere que os grupos valorizam a compreensão das ideias subjacentes aos módulos em detrimento do uso de pensamento crítico. Talvez por isso, não se encontraram conversas nas quais se registam previsões sobre o comportamento do fenómeno (ex.: prever o que acontece às várias radiações quando atravessam o segundo prisma no módulo “A luz decomposta já não se decompõe”).

Tabela 1 - Natureza das interações verbais entre os alunos (n=24)

| Natureza da interação verbal | f |
|------------------------------|----|
| Cumulativa | 23 |
| Exploratória | 0 |
| Disputada | 1 |
| Paralela | 0 |

Fonte: Diálogos dos alunos gravados no museu de ciência da Universidade de Coimbra

Discussão dos resultados

As interações entre alunos durante a visita

Nas visitas escolares analisadas constatou-se que não há grupos de alunos fixos junto aos módulos mas que estes se vão formando. Assim, a um grupo base vão-se juntando outros alunos que são chamados a interagir com este grupo ou que, ao passarem na vizinhança dos módulos, resolvem integrar o grupo base. Como resultado, durante o tempo de permanência num módulo, vários alunos interagem entre si e observam e/ou manipulam o módulo. O aumento progressivo dos grupos conduz a uma constante interrupção das interações com os módulos, à medida que novos elementos os vão integrando, reduz a possibilidade de todos os elementos do grupo manipularem os módulos e dificulta a troca de ideias entre os vários elementos. Se por um lado a curiosidade manifestada por alguns alunos como resposta à interação com um módulo, é contagiada a outros alunos, que não se encontravam a interagir inicialmente com o

mesmo; por outro lado, este tipo de grupo pode dificultar aprendizagens por distrair os alunos do seu trabalho com os pares (GUTWILL; ALLEN, 2010).

A observação do comportamento dos grupos e a análise das suas conversas permite concluir que a maioria das interações se resume à manipulação dos módulos, ao registro de algumas observações, que são insuficientes ou irrelevantes para descrever os fenômenos subjacentes aos módulos, e à partilha de impressões sobre os módulos, quer de satisfação quer de frustração. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores (BAMBERGER; TAL, 2007; TUNNICLIFFE et al., 1997), os quais poderão ser explicados, em parte, pela completa ausência de atividades para guiar a exploração, resultando numa “navegação” no museu sem um rumo definido (KISIEL, 2003), pela percepção da visita escolar como uma oportunidade apenas de divertimento e não como uma atividade também de aprendizagem (GRIFFIN, 2004) e/ou pelo desenho dos módulos que, ao tornar mais salientes alguns dos seus elementos, podem induzir processos de Gestalt.

Uma forma de contribuir para corrigir esta situação passaria pelo desenho de programas educativos que incorporassem uma articulação entre o museu e a escola (BAMBERGER; TAL, 2007; CHAGAS, 1993). Embora alguns destes programas tenham vindo a ser implementados com sucesso, têm ficado confinados a um número restrito de alunos pois requerem um nível de preparação substancial dos professores, o qual muitos não possuem (GUTWILL; ALLEN, 2010). Assim, dado que as mudanças em educação são lentas, a curto prazo continuarão a ser implementadas visitas escolares sem uma preocupação, por parte do professor, em estreitar relações entre a aprendizagem formal e a aprendizagem no museu. Torna-se, por isso, necessário repensar como se pode tirar melhor partido destas visitas escolares. A análise do modo como cerca de 30% dos alunos se envolveu, de modo espontâneo, afetivamente e cognitivamente com os módulos poderá ser um ponto de partida para pensar em estratégias, no espaço do museu, que ajudem os alunos a melhorar as suas capacidades de reflexão, de análise e de verbalização em situações de grupo (NASCIMENTO; VENTURA, 2001). Alargar a outros alunos as experiências de exploração ativa experienciada por estes 30% dos alunos poderia ser um caminho a seguir. Por outro lado, seria importante desenvolver estratégias que promovam diálogos exploratórios, já que entre os alunos predominam os diálogos cumulativos.

Algumas recomendações para a promoção das aprendizagens

Algumas recomendações têm vindo a ser apresentadas na literatura com vista à promoção das aprendizagens dos alunos quando estes exploram o museu de forma livre, nomeadamente a implementação de estratégias de mediação. Nestas, pequenos grupos de alunos são acompanhados por educadores que os ajudam a transferir as suas capacidades de questionamento para o contexto do museu (ex.: através de jogos que permitam formulação de questões “suculentas” suscetíveis de serem respondidas pela interação com os módulos) (GUTWILL; ALLEN, 2010). Contudo, Gutwill e Allen (2010) referem que este tipo de estratégia não é simples de implementar porque estes jogos requerem níveis de atenção elevados por parte dos alunos, porque o espaço do museu é rico em experiências que distraem os alunos do trabalho com os pares e com o mediador, e porque os mediadores sentem necessidade de controlar o comportamento dos alunos e de, simultaneamente, estimular as suas aprendizagens. Acresce, ainda, que nem sempre é possível disponibilizar um mediador para cada grupo de alunos (LOURENÇO; AFONSO, 2012). Assim, sem violar as dinâmicas de interação nos grupos, e tendo em conta os resultados deste estudo e a literatura existente, duas recomendações podem ser apresentadas para promover a exploração ativa no espaço do museu:

- a) envolver os alunos num ciclo de autorregulação das suas aprendizagens, por exemplo, permitir, numa primeira fase, que os alunos explorem, em pequenos grupos fixos e num tempo estipulado, alguns módulos como bem entendem; discutam o seu entendimento e satisfação com a exploração efetuada com um agente educativo e com os seus pares; decidam e discutam com os pares e com o agente educativo como vão explorar de modo mais aprofundado alguns módulos; analisem e discutam com o agente educador a eficácia dessas estratégias, quer em termos afetivos quer cognitivos, e assim sucessivamente. Tal poderá contribuir para transformar a simples manipulação com os módulos em experiências mais focadas, tirando, para tal, melhor partido das observações, questões no grupo e painéis explicativos.
- b) transformar os painéis explicativos, tornando mais saliente as instruções para operacionalizar os módulos, incorporando elementos que estimulem os alunos a avaliar a qualidade das suas observações e explicações e a progredir na exploração dos módulos. Para além disso, é importante tornar explícita a contribuição dos módulos para o tema da área expositiva, colocando os módulos

num contexto social e cultural. A introdução de novos dispositivos tecnológicos, de que é exemplo o código QR (Quick Response), poderia ser usado como um meio de promover esta relação.

Conclusões

Embora a dimensão da amostra não permita efetuar generalizações, os resultados obtidos apoiam os resultados de outros estudos (BAMBERGER; TAL, 2007; TUNNICLIFFE et al., 1997), pondo em evidência que embora muitos alunos sentissem satisfação com as interações realizadas, o envolvimento cognitivo da maioria dos alunos foi baixo. Constatou-se, no entanto, que alguns alunos se envolvem com os seus pares, de modo espontâneo, na exploração ativa dos módulos, incentivando os colegas a manipula-los, explicando e partilhando as ideias subjacentes aos mesmos, procurando respostas para as suas questões e expressando satisfação no desempenho destas atividades. Com base nos resultados encontrados e na literatura, sugere-se uma exploração mais aprofundada dos módulos, que passe pelo envolvimento dos alunos num ciclo de autorregulação das suas aprendizagens e pela transformação dos painéis explicativos.

Agradecimentos

À Direção do museu de ciência da Universidade de Coimbra pela abertura que proporcionou no acesso e na disponibilização de todas as facilidades, assim como aos seus técnicos e monitores, pela simpatia, profissionalismo e preocupação durante a realização do trabalho de coleta de dados.

Aos revisores deste artigo pelos comentários pertinentes que contribuíram certamente para a melhoria da qualidade do mesmo.

Referências

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

ANDERSON, D.; KISIEL, J.; STORKSDIECK, M. Understanding teachers' perspectives on field trips: Discovering common ground in three countries. *Curator: The Museum Journal*, v. 49, n. 3, p. 365-386, jul. 2006.

ANDERSON, D.; PISCITELLI, B.; EVERETT, M. Competing agendas: Young children's museum field trips. *Curator: The Museum Journal*, v. 51, n. 3, p. 253-273, jul. 2008.

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*, v. 91, n. 1, p. 75-95, jan. 2007.

BONNER, J. Anthropology and museum science. In BITGOOD, S.; BENEFIELD, A.; PATTERSON, D. (Eds) *Theory, research and practice*. Jacksonville, AL: The Center of Social Design, 1991. p. 55-64

BORUN, M.; MASSEY, C. Cognitive science research and science museum exhibits. In: BITGOOD, S.; BENEFIELD, A.; PATTERSON, D. (Eds) *Theory, research and practice*. Jacksonville, AL: The Center of Social Design, 1991. p. 231-236.

CALDEIRA, H.; ANTUNES, E. O Museu de Física da Universidade de Coimbra: das Origens às preocupações actuais. In: SILVA, A. C.; SEMEDO, A. (Org.) *Colecções 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.

CARLISLE, R. W. What do school children do at a science center? *Curator*, v. 28, n. 1, p. 27-33, mar. 1985.

CASALEIRO, P. Laboratorio Chimico: A prefiguração do museu das ciências da Universidade de Coimbra In SILVA, A.; SEMEDO, A. (Coord) *Colecções 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. Secção de Museologia. 2005, p. 77-101.

CHAGAS, I. Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, v. 3, n. 1, p. 51-59, 1993.

DAVIDSSON, E.; JAKOBSSON A. Introduction. In DAVIDSSON, E.; JAKOBSSON A. (Eds.) *Understanding interactions at science centers and museums – Approaching sociocultural perspectives*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers. 2012, p. 115-128.

DELICADO, A. Exhibiting science in Portugal - Practices and representations in museums. *Portuguese Journal of Social Science*, v. 9, n. 1, p. 19-32, jul. 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*, v. 47, n. 4, p. 454-473, abr. 2010.

FARIA, C.; CHAGAS, I. School-visit to a science centre: student interaction with exhibits and the relevance of teachers' behavior. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, v.11, n 3, p. 582-594, 2012.

GHIGLIONE, R.; MATALON, B. *O Inquérito*. 3. ed. Lisboa: Celta Editora, 1997.

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

GRIFFIN, J. The museum education mix: students, teachers and museum educators. In: GRIFFIN, D.; PAROISSIEN, L. (Org.) *Understanding Museums: Australian museums and museology*. Canberra: National Museum of Australia, 2011. P. 21-26. Disponível em: <http://nma.gov.au/research/understanding-museums/JGriffin_2011.html>. Último acesso em: 11 abr. 2015.

GRIFFIN, J. Students, teacher, and museums: Toward an intertwined learning circle. In FALK J. H.; DIERKING, L. D.; FOUTZ, S. (Eds.) *In principle-in practice: Museums as learning institutions*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press. 2007, p. 31-42.

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

GROUNDWATER-SMITH, S.; KELLY, L. As we see it: improving learning in the museum. In: *BRITISH EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION ANNUAL CONFERENCE, 2003*, Edinburgh. Disponível em <<http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00003271.htm>>. Último acesso em: 11 abr. 2015.

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

International Council of Museums (ICOM). (2007). *ICOM Statutes* (Article 03-3 Definition of terms, Section 1 Museum). Disponível em <<http://icom.museum/who-we-are/the-organisation/icom-statutes/3-definition-of-terms.html#sommairecontent>>.

Último acesso em: 11 abr. 2015.

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

KISIEL, J. Understanding Elementary Teacher Motivations for Science Fieldtrip. *Science Education*, v. 89, n. 6, p. 936-955, nov. 2005.

LOURENÇO, P.; AFONSO, A.S. Promover o questionamento durante as visitas de estudo a centros interativos de ciência: O que dizem os monitores experientes. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 5, n. 3, p. 3-23, nov. 2012.

MCCLAFFERTY, T. P.; RENNIE, L. J. Look and learn: Young children's behaviour at an interactive exhibit. In: DAVIDSSON E.; JAKOBSSON A. (Org.) *Understanding interactions at science centers and museums – Approaching sociocultural perspectives*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2012. p. 129-145.

MCMANUS, P. M. Topics in museums and science education. *Studies in Science Education*, v. 20, n. 1, p. 157-182, 1992.

MICHIE, M. Factors influencing secondary science teachers to organise and conduct field trips. *Australian Science Teacher's Journal*, v. 44, n. 4, p. 43-50, 1998.

MORTENSEN, M. F.; SMART, K. Free-choice worksheets increase students' exposure to curriculum during museum visits. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 44, n. 9, p. 1389–1414, nov. 2007.

NASCIMENTO, S. S.; VENTURA, P. C. Mutações na construção dos museus de ciências. *Pro-posições*, v. 12, n. 1, p. 126-138, mar. 2001.

PHIPPS, M. Research trends and findings from a decade (1997–2007) of research on informal science education and free-choice science learning. *Visitor Studies*, v. 13, n. 1, p. 3-22, abr. 2010.

RENNIE, L. Learning Science Outside of School. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Org.) *Handbook of research on science education*. 1. ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 125–167.

RENNIE, L. Learning Science Outside of School. In: LEDERMAN, N.; ABELL, S. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education Volume II*, 1. ed. New York: Routledge. 2014, p.120-144.

ROCHA, M. B.; MARTINS, I. O uso didático do texto de divulgação científica segundo professores de ciências. In: COLETÂNEA DO 8º ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO EM BIOLOGIA, 2002, São Paulo, SP.

ROWE, S.; KISIEL, J. A. Family engagement at aquarium touch tanks – exploring interactions and the potential for learning. In: DAVIDSSON E.; JAKOBSSON A. (Org.) *Understanding interactions at science centers and museums – Approaching sociocultural perspectives*. Rotterdam: The Netherlands: Sense Publishers, 2012. p. 63-77.

STOCKLMAYER, S. M.; GILBERT, J. K. New experiences and old knowledge: Towards a model for the public awareness of science. *International Journal of Science Education*, v. 24, n.8, p. 835-858, 2002.

TUNNICLIFFE, S. D.; LUCAS, A. M.; OSBORNE, J. School visits to zoos and museums: A missed educational opportunity? *International Journal of Science Education*, v. 19, n. 9, p. 1039–1056, nov. 1997.

FRANCISCO ESTANISLAU RODRIGUES. Possui Mestrado em Física – Formação Contínua de Professores pela Universidade do Minho, Portugal (2013), Graduações em Física e Química, (2007), e em Física Aplicada - Ramo Óptica, (2000), ambas pela Universidade do Minho, Portugal. Atualmente é professor de Físico-Química no Agrupamento Vertical de Escolas de Ribeira de Pena, Portugal. Os interesses de investigação centram-se nos contextos não formais e na sua articulação com os contextos formais.

ANA SOFIA AFONSO. Possui Ph.D pela Universidade de Reading, Reino Unido (2005), Mestrado em Ensino da Física, Universidade do Minho, Portugal (1999) e Licenciatura em Física, Universidade do Porto, Portugal (1994). Atualmente é professora Auxiliar no Instituto de Educação da Universidade do Minho, Portugal. Os interesses de investigação centram-se na educação em ciências em contextos não formais, na sua articulação com os contextos formais e, ainda, na formação de professores de Física e Química.

Recebido: 23 de abril de 2015

Revisado: 19 de setembro de 2015

Aceito: 01 de outubro de 2015