

## Promover o Questionamento Durante as Visitas de Estudo a Centros Interativos de Ciência: o que dizem os monitores experientes?

PATRÍCIA LOURENÇO<sup>1</sup> e ANA SOFIA AFONSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Escola Secundária D. Pedro V, Lisboa, Portugal*

<sup>2</sup>*Instituto de Educação, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, Portugal, afonso@ie.uminho.pt*

**Resumo.** Este estudo com oito monitores experientes de dois centros interativos de ciência Portugueses foca-se nas representações dos monitores sobre o questionamento dos alunos (13-14 anos) no âmbito de visitas de estudo a secções de ótica. Os dados recolhidos, através de entrevistas semiestruturadas aos monitores, revelam que na maioria das visitas de estudo a interação dos alunos com os módulos resulta num questionamento de nível cognitivo baixo e que são vários os fatores que condicionam o questionamento (a maioria dos quais relatados na literatura). Várias estratégias implementadas a nível institucional têm promovido o questionamento dos alunos, por exemplo, criação de fichas semiestruturadas ou de “questões de abertura” junto aos módulos. Para além disso, os monitores consideram que podem facilitar a aprendizagem dos alunos assumindo um papel de questionadores ao invés de transmissores de conhecimentos. Alguns exemplos de estratégias de questionamento que os monitores dizem implementar refletem criatividade.

**Abstract.** This study with eight science museums educators from two interactive science centres in Portugal focuses on their representation on students' questioning during school visits to a thematic exhibition about optics. Data collected through semi-structured interviews show that for monitors most of the students' questioning is low cognitively. It also shows that several factors affect the type of questioning that occurs during students' interactions (most of them already identified in the literature), and several institutional interventions have contributed to increase students' questioning, such as semi-structured worksheets or adjacent questions to the exhibitions. In addition, museum educators believe they can promote learning through questioning and some of the strategies that are being implemented with this aim show creativity.

**Palavras chave:** Questionamento, centros interativos de ciência, monitores, visitas de estudo

**Keywords:** Questioning, interactive science centers, museum educators, field trips

### Introdução

De acordo com Bell et al. (2009), vários são os níveis de aprendizagem que se podem atingir pela interação com os módulos de um centro interativo de ciência. Estas instituições são desde longa data procuradas pelos professores para a realização de visitas de estudo com os seus alunos. Sabe-se que o valor educativo das visitas de estudo se encontra condicionada pelas atividades realizadas antes, durante, e após a visita. Durante a visita de estudo, os monitores desempenham um papel relevante enquanto facilitadores da aprendizagem. Tal pressupõe que estes trabalhem com os alunos na zona de desenvolvimento proximal de modo a ajudar os alunos a envolverem-se num ciclo que compreende a exploração do módulo, o questionamento e exploração do módulo (TISDAL e PERRY, 2004). Após cada ciclo de exploração de um dado módulo, os alunos devem ser capazes de relacionar os módulos entre si (AFONSO e GILBERT, 2007).

Neste estudo parte-se do pressuposto de que monitores experientes adquirem conhecimento tácito que lhes permite criar modelos sobre os tipos de interações dos alunos

junto aos módulos, perceber os fatores que condicionam e facilitam a interação dos alunos e desenhar estratégias que promovam a aprendizagem. Em relação a este último aspeto, não só existem poucos estudos como os que existem nem sempre apresentam resultados concordantes. Assim, este estudo procura contribuir para a discussão sobre o tema.

### **Módulos e exposições interativas potencializadoras do questionamento**

Os centros interativos de ciência são espaços que podem contribuir para os seguintes aspetos: a) desenvolver nos alunos não só o interesse pela ciência, como a motivação e o entusiasmo para aprender ciência; b) ajudar os alunos a compreender e/ou relembrar as principais teorias, modelos, leis e explicações científicas; c) estimular raciocínios científicos, o que pressupõe capacidade de questionar, prever, testar, observar, avaliar indícios, argumentar, estabelecer relações entre ideias, encontrar respostas para as questões colocadas; d) envolver os alunos em atividades científicas e práticas de aprendizagem com os outros usando a linguagem científica; e e) ajudar os alunos a desenvolver uma entidade como alguém que sabe sobre ciência, faz uso dos conhecimentos científicos e, por vezes, contribui para o desenvolvimento da ciência (BELL et al., 2009).

Embora algumas destas metas de aprendizagem sejam reconhecidas pelos professores (GRIFIN, 2004; KISIEL, 2003; LUCAS 2000; VARELA, 2009), os estudos revelam que estes têm dificuldades em integrar adequadamente as visitas de estudo nas suas aulas porque nem sempre conhecem os locais a visitar (TAL et al., 2005), apresentam uma visão limitada acerca da natureza das aprendizagens que se podem promover nestes espaços e desconhecem exemplares de visitas de estudo bem-sucedidas que se podem implementar (KISIEL, 2003; VARELA, 2009). Como resultado, um elevado número de visitas de estudo caracteriza-se por apresentar objetivos não enquadrados nos assuntos que estão a ser lecionados na sala de aula. Além disso, as atividades de pré-visita e pós visita são desvalorizadas e atividades a realizar durante a visita estão frequentemente ausentes ou, por outro lado, há um uso abusivo de ficha de trabalho com questões de baixo grau de abertura. (ANDERSON e ZHANG, 2003; KISIEL, 2003; OLIVEIRA, 2008; DeWITT e STORKSDIECK, 2008). Apesar de estas visitas de estudo apresentarem um baixo valor educativo, os professores sentem-se satisfeitos com as mesmas (VARELA, 2009). Tal facto faz antever que alterar práticas de implementação de visitas de estudo é um processo lento e difícil. Em primeiro lugar, esta mudança conceptual requer que os professores se sintam insatisfeitos com as visitas de estudo que implementam. Segundo, é necessário que se criem ambientes que apoiem socialmente a reflexão e

reconstrução de significados e que se tenham em conta que aspetos pessoais de natureza afetiva condicionam a aprendizagem (PINTRICH et al.,1993).

Uma das formas de aumentar o valor educativo das visitas de estudo, promovendo aprendizagens de nível superior, tem sido levada a cabo pela introdução de mudanças no espaço do centro interativo de ciência. Estas mudanças têm sido consumadas pelo desenho de módulos interativos que potencializam um envolvimento ativo prolongado (APE) e pela implementação de estratégias que estimulam a interação entre os alunos (GUTWILL e ALLEN, 2010; HUMPHREY e GUTWILL, 2005).

Os módulos interativos APE permitem o questionamento, a reflexão, a discussão, a formulação de explicações e previsões sobre os fenómenos observados, a criação de relações entre módulos e dos módulos com o dia-a-dia (GUTWILL e ALLEN, 2010; HUMPHREY e GUTWILL, 2005; RANDOL, 2005). Tal tem sido conseguido quando são propostas atividades que despertam a curiosidade, por apresentarem fenómenos contra intuitivos, e que são semiabertas, permitindo o questionamento. Algumas destas atividades envolvem a construção e testagem de modelos, por exemplo, modelos de barcos velozes, (GLEASON e SCHAUBLE, 1999), o envolvimento dos alunos com experiências cinestésicas facilmente relacionadas com situações do dia-a-dia, por exemplo, simular um tornado ou um tremor de terra e sentir os seus efeitos no corpo (GILBERT e STOCKLMAYER, 2001), ou a interação com módulos analógicos (AFONSO e GILBERT, 2007).

O desenho dos módulos, por si só, não é suficiente para que os alunos se envolvam em atividades de questionamento com os seus pares (GUTWILL e ALLEN, 2010). Tal pode dever-se ao facto de os alunos sentirem dificuldades em realizar trabalhos colaborativos, usando recursos que lhes são pouco familiares, além de estas atividades exigirem um esforço mental, que poderá não estar contemplado nas agendas dos alunos para a visita. Poderão também existir dificuldades em ativar competências necessárias para interação, designadamente a capacidade de formular questões relevantes e a capacidade de interpretar a informação recolhida de modo a refletir sobre as questões colocadas (GUTWILL e ALLEN, 2010). Torna-se por isso necessário que se criem condições que permitam aos alunos tirar o máximo de partido dos recursos que lhes são disponibilizados durante a visita de estudo.

## **Monitores questionadores: um papel necessário na promoção das aprendizagens dos alunos**

Os monitores dos centros interativos de ciência podem ajudar os alunos a desenvolver aprendizagens de nível superior. Contudo, tal não é uma tarefa fácil pois ao invés de explicarem os princípios subjacentes aos módulos interativos, debitando discursos pré-existentes, os monitores devem intervir na “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), característica da perspectiva socio-construtivista. A ZDP 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, 2007). Para que este processo de desenvolvimento seja facilitado é necessário que os monitores estimulem a interação entre os alunos e os módulos. Estas interações caracterizam-se por serem dinâmicas (na medida em que a ZDP é constantemente alterada à medida que se alcançam diferentes níveis de aprendizagem) e simétricas, ao invés de hierárquicas ou lineares.

Neste processo de mediação, as questões desempenham um papel importante pois elas podem focar a atenção do aluno em partes importantes do módulo ou exposição, tornar o aluno consciente acerca do que já sabe sobre o assunto e sobre o que gostaria de saber, ajudá-lo a fazer previsões, gerar explicações, testar modelos, negociar significados, estabelecer relações com o seu dia-a-dia, etc. As questões não têm que ser necessariamente iniciadas pelo monitor. Na verdade, este deve ter a capacidade de perceber o grupo de alunos com quem vai interagir, pois alguns podem encarar as questões como ameaçadoras, sentindo-se constrangidos em responder (ASH et al., 2012).

Gutwill e Allen (2010) propuseram um modelo de interação com os módulos, no qual as questões desempenham um papel central. Este modelo apresenta as seguintes fases: a) “Explorar o módulo”, isto é, os alunos, em grupo, exploram o módulo de modo a compreenderem como funciona e o assunto que comunica; b) “Brainstorming”, após a interação inicial, cada aluno do grupo gera e partilha uma questão problema, a qual pode ser analisada a partir da interação com o módulo; c) “Questionamento e Investigação”, na qual os alunos decidem qual a questão a analisar e interagem com o módulo na procura de uma solução; e d) “Reflexão”, na qual o grupo analisa a solução encontrada, podendo iniciar a procura de resposta para outra questão, se assim o entenderem, ou abandonar o módulo. Neste modelo o monitor desempenha um papel importante, especialmente nas três últimas fases, estimulando o brainstorming, ajudando a selecionar e a hierarquizar as questões geradas ou a refletir sobre as respostas encontradas (GUTWILL e ALLEN, 2010).

Para além das interações a nível individual com cada módulo, é importante que os alunos sejam capazes de estabelecer relações entre os módulos, uma vez que, de acordo com o modelo para promover a consciência pessoal acerca da ciência e da Tecnologia (PAST) (GILBERT e STOKLMAYER, 2002), a aprendizagem de um assunto é fortalecida quando os alunos interagem com vários módulos relacionados com o mesmo assunto e ativam, em cada interação, memórias relevantes sobre o assunto em causa (AFONSO e GILBERT, 2007).

Os estudos sobre as perspetivas e práticas de monitores no âmbito de visitas de estudo são escassos. Há alguns estudos que abordam esta temática mas foram realizados em instituições educativas de diferentes tipos (por exemplo em centros interativos de ciência, museus de história natural, parques biológicos), e focam-se principalmente nas práticas dos monitores não em visitas de estudo, mas durante as visitas guiadas (ex.: COX-PETERSON et al., 2003; TAL e MORAG, 2007), em “sessões educativas” que complementam as salas expositivas (TRAN, 2002, 2007). Outros estudos focam-se no modo como o educador se vê a si e ao seu trabalho (TRAN, 2008; TRAN e KING, 2007). Os estudos no âmbito das visitas guiadas parecem apontar para 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, a seu ver, criatividade e diálogo (ASH et al., 2012; TAN, 2008).

Os monitores dos centros interativos de ciência passam muitas horas na área expositiva observando e interagindo com vários grupos escolares. Esta posição privilegiada na área expositiva permite-lhes construir modelos acerca do modo como os alunos interagem com os módulos, o modo como os professores promovem o questionamento e exploração dos módulos e sobre o seu papel na promoção das aprendizagens dos alunos. Assim, este estudo procura responder às seguintes questões:

- Que tipos de interação alunos-módulos podem ser identificados a partir das descrições dos monitores?
- Que papel desempenha o questionamento nestes tipos de interação?
- Quais os fatores que inibem e facilitam o questionamento dos alunos?
- Que estratégias utilizam os monitores para promover a exploração dos módulos?

## **Metodologia**

Neste trabalho apresentam-se os dados recolhidos por entrevista semiestruturada a oito monitores de dois centros interativos de ciência portugueses. Os entrevistados possuem

formação universitária, completa ou incompleta, numa área de ciências, as suas idades estão compreendidas entre os 30 e os 39 anos e possuem experiência como monitores entre os seis e os 10 anos nos centros interativos de ciência nos quais trabalham. Escolheram-se monitores com experiência nos centros interativos de ciência por se acreditar que estes foram desenvolvendo ao longo dos anos conhecimento tácito, o que se encontra refletido ao longo das entrevistas:

“Quando uma pessoa [um monitor] já conhece os módulos (se tu tiveres cinco, dez, vinte minutos, o tempo que esse grupo está na sala) tu percebes perfeitamente se eles estão a tirar algum proveito. Como? Através da interação que eles estão a ter com o módulo. Se eles passam lá um segundo ou dois segundos, ou passam pelos holofotes das cores, pela parede, vêm as cores e passam para o próximo. Quer dizer, eu acho que através do comportamento se vê, percebes logo.” (M4)

“Procuro sempre ir aprendendo, ou ir desenvolvendo algumas capacidades que originalmente não tinha. Procuro sempre aprender com a visita e portanto passa muito pela nossa própria autoformação de irmos procurando, inclusivamente com a experiência, com a experiência de estarmos a fazer as experiências, arranjar novas formas para motivarmos o aluno ou o grupo de alunos, de ver a melhor forma de abordá-la. Com o passar do tempo e com o evoluir das sucessivas visitas, nós, acabamos muito por nos adaptarmos consoante também os grupos que nós vamos encontrando.” (M1)

Escolheram-se apenas monitores de dois centros interativos portugueses por possuírem secções de ótica que cobrem assuntos lecionados na disciplina de Ciências Físico Químicas para alunos de 13-14 anos. A escolha de um tema, neste caso a ótica, sobre o qual os monitores podem conversar no contexto de visitas de estudo e com relação às suas práticas é importante porque a natureza dos objetos condicionam os discursos que se produzem (MORAES et al., 2007).

De modo a recrutar os monitores para as entrevistas foram contactados os centros interativos de ciência, os quais indicaram os monitores a serem entrevistados. As entrevistas, realizadas pela primeira autora deste estudo, decorreram nos centros interativos de ciência, em locais indicados pelos monitores, foram realizadas individualmente e gravadas em áudio com autorização dos entrevistados. Após a gravação, as entrevistas foram transcritas integralmente, enviadas para o entrevistado de modo a que este pudesse clarificar algum aspeto e posteriormente analisadas.

A entrevista focou-se sobre as visitas de estudo à secção de ótica, de alunos com idades entre os 13-14 anos. A cada entrevista atribuiu-se um código constituído por uma letra (M) e por um número.

Os dados foram analisados qualitativamente tendo-se formado categorias à *posteriori*, informadas pela literatura existente (BARDIN, 1997). As categorias formadas procuraram focar-se na natureza do questionamento que ocorre nos centros interativos de ciência, nos constrangimentos e limitações ao questionamento, e nas estratégias que o potencializam. A importância do questionamento para a aprendizagem é analisada tendo como referência os vários níveis aprendizagem da escala de Bell et al. (2009).

## **Resultados**

### *Níveis de interação com os módulos*

A partir das descrições dos monitores é possível identificar vários tipos de interação dos alunos na área temática da ótica quando as visitas na área expositiva não são guiadas. Neste caso, as interações dos alunos com um dado módulo podem envolver uma interação superficial ou profunda em termos cognitivos, psicomotores e por vezes afetivos. Estas interações são a seguir descritas de modo hierárquico desde um envolvimento superficial a um envolvimento mais elevado. Alcançar um dado nível pressupõe que os anteriores tenham sido previamente atingidos, tal como é mencionado por um dos monitores que compara os níveis de interação com um módulo com as diferentes camadas de uma cebola:

“Ou seja [a exploração] é muito superficial. Acaba por ser a primeira camada do módulo. Há várias camadas. E é isso que, se o aluno não for apoiado, orientado, ele pode ficar só pela primeira camada da cebola.” (M4)

Os níveis mais baixos de envolvimento com os módulos, nível 2 e 3 a seguir descritos, são os mais frequentemente observados pelos monitores. Nestes níveis o questionamento dos alunos é reduzido.

*Nível 1: Não envolvimento com os módulos ou área expositiva.* Os alunos não se interessam pelos recursos do centro interativo. Como resultado, os alunos não atingem o nível mais baixo dos níveis de aprendizagem de Bell et al. (2009), mesmo quando estimulados pelos monitores:

“Claro, há casos e casos. Já me aconteceu eu ter de fazer isso [pôr em funcionamento o módulo]. Mas os miúdos não queriam estar cá. O objetivo deles era ir para o centro comercial às compras, mais nada.” (M2)

*Nível 2: Reconhecimento da área expositiva e dos módulos.* Neste tipo de interação os alunos deslocam-se na área expositiva, acionam os módulos, observam os fenómenos, familiarizam-se com os mesmos, sem no entanto se questionarem acerca do que observaram. Quando um dos fenómenos os surpreende chamam outros colegas para os observar:

“Eles [alunos] chegavam à sala e o que é que eles fazem?. Passam muito pouco tempo nos módulos. Querem ver o máximo de módulos para o tempo que têm. E é verdade, quando vais ver uma exposição, se calhar queres ver um pouco [de tudo]. No fundo é provar um bocadinho de tudo. E depois, se tiveres tempo, vais aquilo que gostaste mais. Quando tu não conheces tudo, tens que ter uma primeira abordagem. A maioria tem a tendência para provar um bocadinho de tudo, para depois voltar se tiver tempo. Só que isso nunca dá tempo (...). Um dos panoramas que acontece muito é: os miúdos entram, os professores também entram e os miúdos vão por módulo. É como se fosse um quadro. Ok. “Olha, aquele é giro!”. “Hum.., não consigo fazer”. “Passo a outro.” Ou então: “Gostei deste!”. “Anda cá!, anda cá!” e chama os colegas. Mas fica muito [superficial]. Outra coisa que eu me esqueci de referir, é que os professores e os alunos pedem pouco, perguntam pouco aos monitores.” (M4)

“É um módulo que serve para tocar piano, como eu costumo chamar. Porquê? Carregando num dos botões ou em vários, vão aparecer várias cores, que depois dão umas cores engraçadas. Eu acho que jogam muito só com as cores e mais nada. (...) [No módulo sobre a sobreposição de luzes], pela minha experiência, os alunos passam à frente das luzes, vêem as “sombras” mas em termos de algum tipo de conclusão, raramente chegam. Porque não observam quais as lâmpadas que estão a incidir nas várias partes da parede. Portanto, acho que em termos do conteúdo que está por trás, se aprenderam, nunca manifestam.” (M6)

*Nível 3: Procura de explicação para o fenómeno observado.* Neste tipo de interação os alunos observam fenómenos surpreendentes, questionam acerca das suas causas, procuram

respostas com o auxílio dos painéis explicativos e abandonam o módulo quando uma resposta é encontrada ao invés de continuarem a explorar o módulo.

“Não quer dizer que não haja um ou outro aluno que não esteja ali dez, quinze minutos num módulo. Esses são miúdos, na minha opinião, ou que já conhecem a exposição, ou então estão mesmo muito interessados e focam-se e querem perceber até ao fim e leem a legenda, tudo, tudo... Que até é um extremo.” (M4)

“[No módulo sobreposição de luzes coloridas] é mais fácil de ver o fenómeno, eles visualizam automaticamente o fenómeno. É divertido. Dançam, brincam, correm ali de um lado para o outro. Muitas vezes na segunda parte da experiência que é colocar uma folha à frente das luzes e ver o que é que acontece, essa parte não é realizada. Chegam lá ao pé, veem a parede, aliás muitas vezes por acaso tapam a parede, olha para a parede e está ali a ver acontecer “Oh!! O que é que é isto? Sombra? Mas a sombra está amarela? A minha sombra está azul?” e é aí que eles então vão partir, e já vão ler a legenda e tentar perceber o que é que está ali a acontecer. Mas muitas vezes fazem a primeira parte e a segunda parte da experiência já não realizam, que é colocar o papel.” (M5)

*Nível 4: Exploração das potencialidades do módulo com questionamento.* Neste tipo de interação os alunos exploram o módulo envolvendo-se num processo cíclico de observação de um fenómeno surpreendente, questionamento acerca do fenómeno, exploração do módulo, questionamento, exploração, até que acabam por abandonar o módulo.

“Sim [alguns alunos exploram os módulos de modo diferente]. No módulo com os três focos de luz de diferentes cores. Nesse sim, realmente [alguns alunos] observam que luzes é que estão [acesas] e depois até tapam com uma mão, em vez de virem cá atrás, o projetor e vêem que luz é que ficou. Depois tentam apagar as luzes duas a duas, chamam algum colega para apagar as luzes que estão nos extremos: não conseguem chegar às duas. Isso já vi acontecer. Mas também não é assim muito habitual.” (M6)

*Nível 5: Exploração das potencialidades do módulo e subsequente ligação estrutural com outros módulos.* Observação de fenómenos surpreendentes, questionamento e exploração do módulo, e fortalecimento das respostas encontradas na interação com outros módulos.

“Só para ter uma ideia, eu tive uma vez um miúdo que me disse assim. Eu estava a ajudá-lo [no módulo toca na mola]. Ele adorou a mola. Achou o facto de não se poder tocar [surpreendente]. E foi ele que me chamou à atenção: “Anda cá!” e fomos para a “ilha de luz”. “Então, eu tenho aqui a luz”. Ele tirou do bolso um limão verdadeiro, mas que não tinha crescido, quando vês uma coisa que cai de uma árvore e agarras. Tirou-me um limãozinho e disse: “então, tenho aqui o espelho côncavo” (ele não disse espelho côncavo mas espelho). “Agora como é que eu faço para ter um limão como aquela mola?” E eu disse: “isto também não é assim. Eu não te consigo fazer isto aqui. Para já tinha que ter as distâncias calculadas, tinha que ter uma zona bem escura para poderes ver bem o objeto, uma fonte de luz”, mas isso é que mostrou que ele tinha percebido.” (M4)

#### *Dificuldades em alcançar níveis de interação elevados com os módulos*

Todas as interações, identificadas pelos monitores, iniciam-se a partir da manipulação do módulo, não sendo descrita nenhuma interação que se inicie com a leitura do painel explicativo. Tal não significa que estas não existam, mas antes que não são tão perceptíveis pelos monitores.

Promover a passagem para níveis de interação superior, e por conseguinte para níveis de aprendizagem mais elevados, não é tarefa fácil pois parece pressupor a necessidade de um ciclo de exploração – questionamento – procura de resposta – exploração. Na opinião dos monitores, vários fatores constituem um obstáculo a que este ciclo decorra:

1) Ausência de atividades a levar a cabo durante a visita de estudo, previamente preparadas, ou existência de fichas de trabalho com questões fechadas ou superficiais:

“A não preparação das visitas de estudo. Nada, nada é preparado. Já aqui trabalho há quase oito anos e muito raramente vejo uma escola que venha com algum guião. Com alguma coisa preparada para a sua visita. Esse também é um ponto negativo que eu tenho vindo a observar ao longo destes anos.” (M8)

“De vez em quando eu apanho papéis das visitas de estudo e é muito interessante, o que os professores põem [nas fichas]. [A informação que colocam é sobre] o centro interativo de ciência, os objetivos [da visita de estudo], os quais são: contacto com espaços como este, e a matéria que estão a dar. Depois o tipo de pergunta que é feito é do mais básico possível, do tipo: “O que é que tu viste ali?”, “O que é que fizeste?”, “O que é que aconteceu neste módulo?”. Muito vago. Ou seja, vê-se perfeitamente que houve uma tentativa do professor

de fazer refletir o aluno, mas, quer dizer, é fazê-lo refletir da maneira mais difícil, não é? Há tanta informação que se pode retirar do módulo.” (M4)

2) As agendas dos alunos: Sobrevalorização do divertimento em relação à aprendizagem

“Se [aprender ótica] não estiver nos objetivos deles [alunos] ou do professor que está a organizar a visita, vêm apenas experimentar ou divertir-se ou conversar com os colegas sobre outra coisa qualquer. Mas se os objetivos da visita e os objetivos com que os alunos se aproximam dos módulos é tirarem realmente alguma informação, eles devem interagir com um módulo de acordo com aquilo que, em princípio, o módulo está preparado para fazer e tirar, portanto, a informação. Tirar a conclusão daquilo que experimentaram e da forma como experimentaram. Se os alunos tiram ou não partido do módulo, isso depende dos objetivos que eles trazem para essa mesma aproximação ao módulo.” (M7)

3) Os professores de Ciências Físico-Químicas e os professores acompanhantes não estimulam o questionamento. Em relação aos professores acompanhantes, muitos deles tem poucos ou muito poucos conhecimentos prévios de Física, possuindo eles próprios uma imagem negativa acerca da ciência:

“Mesmo em visita escolar, o que acontece muitas vezes, alguns grupos vêm com professores que nem sempre são de Física, às vezes são professores de História. Há professores, [por exemplo] de Português que andam a acompanhar a visita e eles dizem: “Ai, de ciência não percebo nada, tanto ciência como Matemática, que horror! Física? Não sabia nada, nunca conseguia perceber isso na escola”. Isso retrai a visita. Se os professores que acompanham a visita não estão minimamente preparados para aquilo que vão observar, não conhece sequer, não foram eles sequer que marcaram. É claro que se os alunos que tiverem uma dúvida o professor não lhes vai conseguir responder a essa dúvida.” (M5)

“Uma coisa que me marca é a desresponsabilização dos professores em relação aos alunos, claramente. Os alunos são entregues nas salas e os professores alheiam-se completamente da sua função. Isso é um dos episódios que diariamente vejo aqui no centro interativo. Os professores voltarem as costas aos seus alunos e ao papel que eles deveriam ter num espaço como este.” (M8)

4) Número reduzido de monitores na área expositiva torna impossível aos monitores promover o questionamento em todos os grupos de alunos que se encontram a interagir com diferentes módulos.

“Se houver dois monitores naquela sala, por vezes é muito. Um monitor não consegue resolver o problema de 60. Por vezes a sala tem 60, 70 e 80 alunos. Portanto, acho que nesse aspeto nós não temos muitas hipóteses. Podemos auxiliar ali e aqui, dar uma ajuda, apagar um foguete ali, mas acho que não vamos muito para além disso, a não ser muitas vezes, sermos só vigilantes, que é o que acontece.” (M6)

5) O ruído existente na área expositiva pelo número de alunos que ali se encontram é um inibidor da aprendizagem de ordem superior:

“O barulho que tens à volta, porque isto obviamente [perturba] há sempre outros alunos, outras turmas, tu tens que olhar e pensar um bocado.” (M4)

#### *Formas de promover uma interação prolongada com os módulos*

Tal como referido na literatura (ASH et al, 2012; GUTWILL e ALLEN, 2010; RENNIE, 2007) vários são os constrangimentos que dificultam uma interação prolongada com os módulos e com a área expositiva, algumas estratégias implementadas, quer pelos centros interativos de ciência quer pelos monitores, têm contribuído para superar algumas destas limitações. Algumas destas estratégias estão em consonância com as recomendações apresentadas na literatura (ALLEN, 2004; GUTWILL, 2006; HOHENSTEIN e TRAN, 2007; KIESEL, 2003) e, na perspetiva dos monitores, têm contribuindo para tornar as experiências dos alunos durante as visitas de estudo mais ricas em termos de aprendizagem. Assim, a nível dos centros interativos de ciência foram valorizadas, pelos monitores, os seguintes aspetos:

1) Zonas devidamente assinaladas nas quais se incluem os módulos de ótica. Esta delimitação do espaço é considerada importante pelos monitores uma vez que contribui para orientar os alunos no espaço expositivo:

“A distribuição dos módulos por cada uma das respetivas áreas [temáticas], acho que isso enriqueceu bastante a exposição. E para uma visita escolar então, melhora e de que maneira! Não é preciso andar de ponta a ponta atrás das experiências, estão todas

aglomeradas num mesmo local. Eles [alunos] podem ir, distribuírem-se de maneira mais fácil em grupos, separarem-se uns dos outros.” (M5)

“Há uns anos atrás, os módulos estavam espalhados aleatoriamente. Aleatoriamente sem nenhum tema associado. Há um tempo atrás isso foi reorganizado. Os módulos foram reorganizados por temas e neste momento acho que os alunos quando se deslocam naquele espaço sabem os módulos onde estão, a que tema é que pertence.” (M8)

2) “Questões de abertura” que estimulam o envolvimento com os módulos. Estas questões para serem percebidas devem ser escritas de modo visível, por exemplo, na parede:

“Melhorar o próprio módulo? O módulo já teve uma evolução que foi uma pergunta que escreveram na parede. Inicialmente essa pergunta, que me lembre, não estava lá. Pode despertar alguma curiosidade e, se calhar, interesse para perceber afinal o que é que andamos aqui a fazer.” (M7)

“Tendo 3 holofotes e uma parede branca e depois com uma pergunta que diz assim: “Qual é a cor que está aqui?” ou “Vê o amarelo aqui?”. Se nós metemos uma interrogação a pessoa vai procurar o porquê disso.” (M6)

3) Divisão das turmas em grupos, de modo a que o número de alunos em cada área temática do centro interativo seja compatível com os seus recursos. Estabelecimento de um tempo médio de permanência em cada área expositiva:

“A estrutura da visita processa-se da seguinte forma: quando uma escola faz uma marcação para visitar o centro interativo, essa visita tem sempre três partes mais ou menos de meia hora [cada]. A visita à exposição principal, uma visita da exposição que escolheu e [tempo livre]. Imaginemos que a escola escolhe a visita à [secção de ótica]. Dependendo do número de alunos (como se deve ter apercebido a [secção de ótica] é um pouco limitativa no espaço), nós dividimos os alunos em grupos e sucessivamente fazemos um determinado percurso (...) fazendo um sistema de rotatividade [de alunos] (...). Finalmente, um espaço em que eles ficam em visita livre e podem procurar fazer as experiências que não tiveram tempo para fazer, durante o percurso. E aí circulam um pouco à vontade e poderão fazer as experiências que pretenderem fazer.” (M1)

4) Fichas de trabalho com questões semiabertas, incluindo pedidos de previsão sobre as observações a realizar, explicações, e aplicação das explicações a situações relevantes para o aluno. Estas fichas de trabalho, criadas pelo centro interativo de ciência, são entregues aos alunos antes da sua permanência na área expositiva e contribuem para que as visitas de estudo sejam semiestruturadas:

“Há uma vertente que o Centro tem, que são [visitas semiestruturadas à secção de ótica]. Aí, sim. Aí o grupo [de alunos] já com uma ficha, previamente preparada pelo centro, respondem a algumas questões. E os alunos respondem às questões que são colocadas. E depois podem levar essa ficha posteriormente, se o professor assim o entender. Continuar o trabalho na escola. Aí sim, [nestas visitas semiestruturadas] já se pode ir um bocadinho mais longe. (...) Ah!, relativamente a essas fichas, vão respondendo a questões, relativamente a cada um dos módulos. Há módulos selecionados. Temos quatro tipos de ficha. Cada uma delas com módulos selecionados.” (M3)

Em relação aos monitores, constata-se que faz parte das suas agendas ajudarem os alunos a aprenderem pela utilização do módulo:

“Gosto imenso de interagir com os visitantes, principalmente com os jovens e procuro sempre que eles saiam daqui (não gostaria muito de usar esta frase, mas também não a consigo substituir) a saber um pouco mais. Hoje em dia fazer uma visita a um centro de ciência, com uma escola ou uma turma, é um pouco saturante e complicado para o professor. Eu às vezes coloco-me na pele do professor. Penso assim: “bolas, se eu vou ter o trabalho de pôr vinte ou trinta meninos numa camioneta, provavelmente todos hiperativos, porque vão fazer uma visita, ao menos vou querer ter algum retorno depois do dia todo que passei. Olhar para a visita e perceber que alguma coisa terá ficado da visita e que não foi apenas a diversão.” (M1)

As práticas descritas sugerem que ao invés de se considerarem transmissores de conhecimentos, os monitores consideram-se facilitadores da aprendizagem, desempenhando o questionamento um papel chave neste processo:

“Qual é o meu papel? Orientador. Orientá-los de tal maneira a chegarem ao objetivo final. Com perguntas, mais perguntas, com porquês? Será que se eu fizer isto acontece alguma coisa? Não acontece? Eu sairia daqui extremamente frustrado se eu tivesse que lhes fazer a experiência. Há outras maneiras de eles a fazerem. Uma pessoa vai perguntando. Se são tímidos, uma pessoa começa a brincar com eles (...). E eles começam a mexer. Começam-se a abrir. Perdem a vergonha, começam a fazer. Depois é tudo com perguntas. “Queria o espelho assim”, e eles têm-no assim. “Ah! e agora? Será que assim dá?”, “Não dá?”. Eles lá vão mexendo, mexendo, mas nunca: “Faz isto”. Sentir-me-ia frustrado se eu fizesse isso.” (M2)

Nas suas interações com os alunos, os monitores empregam o questionamento como forma de chamar a atenção dos alunos para os fenômenos a observar, este tipo de interação poderá contribuir para estimular o interesse e a curiosidade pelos fenômenos:

“O nosso papel é acompanhar o aluno ou os alunos nos módulos e fazê-los ver: “Olha, utiliza estes filtros e vê lá o que é que está a acontecer”. Ou, então, “pega no filtro e aponta para a luz branca, para a luz branca aqui da sala e vê lá o que acontece e vê lá o que é que aí vê”. (M8)

“Para quem não está ambientado [ao espaço do centro interativo de ciências], o que muitas vezes eu faço é: “Ok, têm quinze minutos, para andarem pela exposição e cada um de vós vai escolher uma experiência.” E eles escolhem, uma, e depois andamos todos: “Então, o que é que fizeste?” Eles têm que dizer o que é que fazem aqui. Aquilo que ele diz fazemos.” (M4).

Contudo, a maioria dos monitores vai mais longe e, através do questionamento, procuram ajudar os alunos a (re)construírem ideias acerca dos fenômenos observados. Este questionamento tem em conta as ideias prévias que os alunos possuem sobre temas de ótica. Algumas destas ideias evidenciam concepções alternativas no tema ótica, tendo sido identificadas pelos monitores através da interação com os alunos ao longo dos anos:

“Deixe-me lembrar. O periscópio. [N]o periscópio inventam coisas descabidas. Desde uma fotografia lá dentro, uma câmara de vídeo. E nunca associam a um espelho ou à luz a mover-se em linha reta. Porque é sempre a luz que consegue fazer uma curva e passar

(...). Uma pessoa faz aquelas perguntas: “Como é que se move a luz? Faz curvas, não faz curvas? Linha reta, pronto. O que é que muda a direção da luz? Um espelho chega?”. Eles conseguem chegar lá e depois ouve-se sempre: “Afinal é isto. Serve para isto”.” (M2)

“A experiência das plantas instáveis penso que é bastante básica. É de mais fácil interação (...). Para um aluno interessado poderá realmente ser aliciante e levá-lo a concluir alguns conceitos, nomeadamente o conceito da cor, que às vezes temos, entre aspas, como é que se diz? Aqueles conceitos que nos estão muito intrínsecos. Estamos habituados sempre àquele tipo de luz, a ver aqueles objetos, com aquelas cores. Não nos passa pela cabeça que aquilo [objeto] possa ser diferente em outras condições [com outra radiação] das que nós estamos habituados a lidar. (...) Poderemos sempre encaminhá-lo a executar a experiência ou a tirar um pouco mais da experiência. Às vezes, se calhar, se for um aluno que se mostrou mais interessado e está a tentar fazer a experiência sozinho, tenho que me chegar ao pé dele e perguntar-lhe: “Então, o que é que achaste? O que é que aconteceu? Por que será que isto aconteceu?” E levá-lo um pouco mais à frente de forma a que ele tire um pouco mais de partido.” (M1)

O questionamento é também uma forma adotada por alguns monitores para estimularem raciocínios científicos, sendo pedido aos alunos que explorem o módulo, façam previsões, testem as suas previsões, procurem explicações, relacionem com conhecimentos prévios. Alguns monitores procuram estimular estes raciocínios científicos partindo de contextos problemáticos por si criados ou envolvendo os alunos em jogos lúdicos:

“Por exemplo [o módulo]: ‘espelho ou vidro’ é bastante fácil de entender. E até é uma experiência que é relativamente fácil de introduzir, porque pode-se abordar de várias formas. Pode-se dizer que estão dentro de uma casa que tem a janela de vidro. “Tu estás dentro de casa, tu estás na rua. Agora espreita para dentro de casa, o que é que vês?”. Portanto, é de fácil introdução, e eles conseguem perceber facilmente o efeito da refração e da reflexão.” (M1)

“Muita gente acha piada ao [módulo] ‘toca na mola’. Vê uma coisa [a imagem da mola] e quando chegam lá, não conseguem tocar. Se a interação só for isto, perde-se tudo. Ou seja, perguntando “porque é que isto acontece?” “Porque é que esta caixa [módulo] é tão grande?” e “porque é que quando ponho a minha mão mais para baixo,

eu vejo?”. Se nós não lhes dermos uma orientação, eles vão só ver o *show* (...). Ele [aluno] tem de interagir. Mas depois questionar um bocado, ou seja, “já agora, o que é que isto te faz lembrar?”, “isto aparece em alguma..?”, “estás a dar isto na escola?”.” (M4)

Embora menos referido, é possível identificar estratégias na qual o monitor se preocupa em distribuir os módulos em função do comportamento dos grupos de alunos que encontra ou do tempo disponível para a visita. Posteriormente, é pedido aos alunos que troquem experiências sobre os módulos com que interagiram. Este tipo de interação poderá potencializar o uso a linguagem científica entre pares e ajudar os alunos a compreenderem que o mesmo princípio se encontra subjacente a vários módulos:

“Imagine. Se eles são muito ativos, se calhar, não os vou por a mexer no LASER, para não estragarem o LASER. Então, procuro um [módulo] em que eles estejam sentados nos banquinhos a fazer a experiência. [Por exemplo] do ‘espelho ou vidro’, em que os obrigue a estarem mais em grupo e mantê-los mais coesos. Há alguns módulos, que nós já sabemos que se eles são muito ativos, provavelmente vão passar o resto da visita ainda mais ativos (...). Sabe, depende muito. [Um outro exemplo, é a mesa de ótica] quando vou lá com um grupo que seja muito interessado e que tenha gosto pelos conceitos, eu gasto cinco ou dez minutos naquela experiência. Enquanto que, se for um grupo muito ativo é escusado. Eu sei que não vou conseguir lá mantê-los cinco ou dez minutos. Se eu os obrigar a lá estar é saturante para eles. Não tiram partido daquela experiência (...). Temos sempre a preocupação de que numa mesma visita se determinados alunos fizeram determinadas experiências (se não houve tempo para as fazer todas ou aflorar todas) levar outros [alunos] a fazerem outras experiências. Numa situação ideal, trocarem experiências, trocarem a informação sobre as várias experiências.” (M1)

## **Discussão**

Apesar do número reduzido da amostra, que não permite fazer generalizações, o estudo contribui para a discussão sobre as representações das práticas de monitores experientes, em particular sobre o papel que atribuem ao questionamento durante a interação com os alunos durante a visita de estudo. As práticas que os monitores dizem levar a cabo parecem emergir a partir das suas longas horas de interação com os grupos escolares. Este conhecimento tácito poderá explicar a necessidade de terem um papel ativo durante as visitas de estudo, pois as

interações que consideram mais frequentes dos alunos junto aos módulos são aquelas nas quais não existe exploração dos módulos com questionamento. Tal como é referido na literatura (GUTWILL e ALLEN, 2010; RENNIE, 2007), esta interação superficial dos módulos é para os monitores potencializada pela desadequada preparação, por parte dos professores, de atividades a desenvolver durante a visita de estudo, pela agenda dos alunos e professores, pelo número reduzido de monitores na área expositiva, por professores acompanhantes sem preparação prévia em ciências e desinteresse pela mesma, e pelo ruído na área expositiva.

Promover o questionamento durante as visitas de estudo não é tarefa fácil mas os monitores identificam um conjunto de boas práticas, implementadas pela instituição a que estão filiados, como por exemplo, a organização dos módulos em torno de um tema, a elaboração de fichas semiestruturadas, ou a inclusão de questões de abertura do módulo que do seu ponto de vista têm contribuído para uma aprendizagem de nível superior. Em relação às práticas que os monitores dizem implementar, constata-se que embora o questionamento seja algo que valorizam, as suas descrições do tipo de questionamento que promovem junto aos módulos de ótica parecem indicar que este serve maioritariamente para ajudar os alunos a compreenderem as principais teorias, modelos, leis e explicações científicas (nível 2 de aprendizagem na escala de Bell et al. (2009)) e menos a estimular raciocínios científicos, ou a envolver os alunos em atividades científicas e práticas de aprendizagem com os outros usando a linguagem científica. No entanto, constata-se que, tal como no estudo de Tran (2008), algumas descrições de práticas de monitores são criativas envolvendo conhecimento tácito.

## **Conclusão**

Os monitores desempenham um papel fundamental na promoção do questionamento junto aos módulos na medida em que, no contexto atual, poucos são os professores que preparam as visitas de estudo de modo adequado. Neste artigo, constatou-se que monitores experientes acreditam que podem promover a aprendizagem dos alunos, a partir do questionamento e identificam vários níveis de interação dos alunos junto aos módulos, descrevendo boas práticas, institucionais e pessoais, com vista à promoção da aprendizagem. Torna-se importante que se crie uma comunidade de monitores, experientes e não experientes, capazes de não só partilharem e discutirem as suas práticas de questionamento mas também de desenharem e experimentarem novas formas de questionar os módulos com os alunos com vista a que os níveis mais elevados da escala de Bell et al. (2009) possam ser atingidos.

**Nota:** Trabalho no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

### Referências

- ALLEN, S. Designing for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain. *Science Education*, v. 88, p. S17-S33, jul. 2004.
- ALLEN, S.; GUTWILL, J. Designing science museum exhibits with multiple interactive features: five common pitfalls. *Curator*, v.47, n. 2, p. 199-212, abr. 2004.
- AFONSO, A.; GILBERT, J. Educational value of different types of exhibits in an Interactive Science and Technology Centre. *Science Education*, v. 91, n.6, p. 967–987, nov. 2007.
- ANDERSON, D.; ZHANG, Z. *An investigation of the factors influencing K–7 teacher’s decisions to make field trip visits to Science World B.C.* Relatório não publicado, Universidade de British Columbia, Canada, 2003.
- 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. (Eds). *Understanding Interactions at Science Centers and Museums*. Boston: Sense Publishers, 2012, p.23-44.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2000.
- Bell, B.; Lewenstein, B.; Shouse, A.; Feder, M. *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington DC: The National Academies Press, 2009.
- 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*, V.40, n.2, p. 200-218, fev 2003
- DeWITT, J.; STORKSDIECK, M. A Short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor Studies*, v. 11, n.2, p. 181-197, out. 2008.
- FINO, C. *Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): Três implicações pedagógicas*. *Revista Portuguesa de Educação*, v 14, n. 2, p. 273-291, 2001
- GLEASON, M. E.; SCHAUBLE, L. Parents' assistance of their children's scientific reasoning. *Cognition & Instruction*, v.17, n. 4, p. 343–378, 1999

- GRIFFIN, J. Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, v. 88, S1, p. S59–S70, Jun, 2004
- GUTWILL, J.P. Labels for open-ended exhibits: using questions and suggestions to motivate physical activity. *Visitor Studies Today*, v.9, n.1, p. 1-9, 2006
- GUTWILL, J.P.; ALLEN, S. *Group Inquiry at Science Museum Exhibits: Getting Visitors to Ask Juicy Questions*. Walnut Creek: Left Coast Press, 2010.
- HUMPHREY, T.; GUTWILL, J.P. *Fostering Active Prolonged Engagement: The art of creating APE Exhibits*. Left Coast Press: Walnut Creek, 2005.
- HOHENSTEIN, J.; TRAN, L. The use of questions in exhibit labels to generate explanatory conversation among science museum visitors. *International Journal of Science Education*, v.29, n. 12, p.1557-1580, out. 2007.
- 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, 2003.
- LUCAS, K. One Teacher's Agenda for a Class Visit to Interactive Science Center. *Science Education*, v. 84, n.4, p524-44, Jul 2000
- OLIVEIRA, M. *As visitas de estudo e o ensino e a aprendizagem das ciências físico-químicas: um estudo sobre concepções e práticas de professores e alunos*. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade do Minho, Braga, 2008.
- PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, n.63, v.2, p.167–199, 1993
- RANDOL, S.M. *The nature of inquiry in science centers: Describing and assessing inquiry at exhibits*. Dissertação de doutoramento em ciência e educação matemática - Universidade da Califórnia, Berkeley, 2005
- RENNIE, L. Learning Science Outside of School. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Eds). *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007, p. 125–167
- STOCKLMAYER, S.; GILBERT, J.K. New experiences and old knowledge: Towards a model for the personal awareness of science and technology. *International Journal of Science Education*, v.24, n.8, p.835-858, nov2001
- TAL, T.; MORAG, O. School visits to natural history museums: teaching or enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, v.44, n.5, p. 747-769, maio 2007
- TAL T.; BAMBERGER, Y.; MORAG, O. Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science Education*, v. 89, n.6, p.920-935, nov 2005

TISDAL, C. E.; PERRY, D. L. Going APE! at the Exploratorium; Interim summative evaluation report. Disponível em:

<http://selindaresearch.com/APESummativePhase1March2004.pdf>. Último acesso e, 7 fev. 2012.

TRAN, L.U.; E KING, H. The professionalization of Museum educators: The case in science museums. *Museum Management and Curatorship*, v.22, n.2, p. 131-149, jun. 2007.

TRAN, L.U. *The roles and goals of educators teaching science in non-formal settings*. Dissertação de mestrado em educação matemática, ciência e tecnologia. Universidade Federal do Norte do Carolina, Raleigh, 2002

TRAN, L.U. Teaching science in museums: Pedagogy and goals of museum educators. *Science Education*, v.91, n. 2, p. 278-297, mar. 2007

TRAN, L.U. The work of science museum educators. *Museum Management and Curatorship*, v.23, n. 2, p. 135-153, jun 2008

VARELA, C. *As visitas de estudo e o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais: Um estudo sobre representações de professores e alunos do 9º ano*. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade do Minho, Braga, 2009.

**PATRÍCIA LOURENÇO:** Professora de Física e Química, Licenciada em Física e Química, Universidade de Lisboa, Mestre em Ensino de Física, Universidade do Minho.

**ANA SOFIA AFONSO:** Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade do Minho, Licenciada em Física – Ramo Educacional, Universidade do Porto, Mestre em Física – Ramo educacional Universidade do Minho, Doutorada em Educação em Ciências, Universidade de Reading, UK.

Recebido: 10 de maio de 2012

Aceito: 31 de julho de 2012