

Metodologia *Inquiry Based Science Education* no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis – uma revisão crítica de casos práticos

RITA TAVARESⁱ

CIDTFF, Departamento de Educação – Universidade de Aveiro, Portugal
ritaveigatavares@ua.pt

PEDRO ALMEIDAⁱⁱ

CIC.Digital – Digitalmedia, Departamento de Comunicação e Arte – Universidade de Aveiro, Portugal
almeida@ua.pt

Resumo: Com este artigo pretende-se alargar o entendimento da aplicação da metodologia *Inquiry Based Science Education* com recurso a dispositivos móveis no 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico, analisando e discutindo criticamente casos práticos da sua aplicação em contexto escolar. Decorrente da análise e do cruzamento de dados de estudos de caso e das metodologias aplicadas e principais resultados descritos, pôde-se concluir que o uso de tecnologias móveis na aplicação da metodologia *Inquiry Based Science Education* potencia o envolvimento do aluno nas aprendizagens, a produção de conhecimento e a análise e reflexão do percurso investigativo pelo aluno. De igual forma, foi possível aferir que, a aplicação da metodologia *Inquiry Based Science Education* com recurso a dispositivos móveis, potencia a aprendizagem personalizada, contínua, situada e colaborativa.

Palavras-chave: Dispositivos móveis; Ensino das Ciências; *Inquiry Based Science Education*.

1. INTRODUÇÃO

A importância da Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade tem vindo a ser preconizada por vários autores e organismos, sendo defendida como a base para o desenvolvimento de uma sociedade democrática, informada e capacitada para os desafios da sociedade da informação (Harlen, Holroyd & Byrne, 1995; Harlen, 1999; Rocard et al., 2007; Hodgson & Pyle, 2010; European Union, 2011; Hwang, Sung & Chang, 2011; Martins et al., 2012; European Commission, 2013; Tenreiro-Vieira & Vieira, 2013).

Em 1999, Harlen sublinhava que deveriam ser aplicados mais esforços no sentido de perceber de que forma as metodologias adotadas no Ensino das Ciências davam resposta às necessidades dos cidadãos do futuro, alertando para a necessidade da sua orientação para novos papéis sociais e para o uso efetivo das tecnologias emergentes, ajudando-os a compreender

o mundo que os rodeia e, assim, tomarem decisões mais sensatas (Harlen, 1999). A crescente informação científica e tecnológica desafia os cidadãos a novos saberes, exigindo uma maior flexibilidade e capacidade de aprendizagem, atualização constante, participação e decisão (Santos, 2002), devendo a escola, professores e alunos adaptarem-se e prepararem-se para as exigências da sociedade atual, fazendo uso das ferramentas que mais os aproximam e potenciam o acesso à informação e a construção do conhecimento.

As atividades de carácter prático na Educação em Ciências assumem-se, assim, como fulcrais, atendendo a que se apresentam como momentos privilegiados “em que o aluno está ativamente envolvido na realização de uma tarefa, que pode ser ou não de tipo laboratorial” (Martins et al., 2007, p. 36), aproximando-o da realidade, de atividades contextualizadas e de carácter científico. Por seu lado, as tecnologias trazem novas possibilidades no desenho e operacionalização de atividades práticas, facilitando os processos de investigação com recurso a variadas ferramentas.

Com este artigo pretende-se, assim, alargar o entendimento da aplicação da metodologia *Inquiry Based Science Education* (IBSE) no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis e expor de que forma os mesmos influenciam e facilitam a construção do conhecimento por parte do aluno. Com vista a uma cuidada análise e discussão crítica da temática, recorreu-se à recolha de dados através da Revisão de Literatura (enquadramento teórico) e ao levantamento e análise de artigos científicos no âmbito definido, sendo considerados apenas estudos de caso da aplicação da metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis junto de alunos do 1.º e 2.º CEB (problemática, metodologia de investigação e principais resultados descritos).

Decorrente da análise realizada, enquadram-se os principais resultados descritos nos estudos nas abordagens *aprendizagem personalizada*, *contínua*, *situada* e *colaborativa*; e apresentam-se as conclusões dos

autores. Procura-se, ainda, identificar algumas questões que não foram descritas nos estudos de caso e que se considera influenciarem a aplicação da metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis.

2. A METODOLOGIA *INQUIRY BASED SCIENCE EDUCATION*

A metodologia *Inquiry Based Learning* (IBL) é uma abordagem pedagógica que privilegia as questões, ideias, observações e conclusões do aluno enquanto ferramentas de construção do seu próprio conhecimento, aportando, dessa forma, os centros de interesse do mesmo e colocando no centro da experiência de aprendizagem o aluno. Durante o processo de ensino-aprendizagem, o professor assume um papel de facilitador da construção do conhecimento, acompanhando e orientando o aluno no seu próprio processo de investigação (Ontario Ministry of Education, 2013).

A metodologia IBL tem vindo a ser defendida pelo seu forte contributo no processo de ensino-aprendizagem. A Comissão Europeia defende a urgência de capacitar a sociedade de competências-chave em matéria de pensamento crítico e raciocínio científico, estabelecendo um conjunto de recomendações para uma Educação em Ciências mais prática e para a sua integração enquanto aprendizagem (in)formal e (extra)curricular (Rocard et al., 2007). Atendendo a que os primeiros anos de escolaridade são cruciais em matéria de envolvimento no processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento nas mais diversas áreas, apresentam-se como um tempo de potenciação efetiva e a longo prazo da motivação do aluno, alicerçada pela sua curiosidade natural (Rocard et al., 2007). A curiosidade apontada e a metodologia IBL, juntos, são a chave para promover o desenvolvimento de competências científico-tecnológicas que permitem ao aluno uma apropriação dos saberes refletida e promotora da tomada de decisões informadas, responsáveis e democráticas (Martins et al., 2012).

Na Educação em Ciências, a metodologia IBL é recorrentemente usada, assumindo-se como *Inquiry Based Science Education* (IBSE), e sua aplicação tem vindo a ser alvo de vários estudos, revelando um forte impacto na ampliação do interesse, envolvimento e satisfação dos alunos nas aprendizagens, quer em níveis de Ensino Básico, quer no Ensino Secundário (Rocard et al., 2007). Esta abordagem metodológica direcionada para a investigação baseia-se no modelo dos 5 E's de Bybee (2006): envolvimento (*engagement*), exploração (*exploration*), explicação (*explanation*), elaboração (*elaboration*) e avaliação (*evaluation*) (Bybee et al, 2006). Este modelo proporciona um maior envolvimento, interesse e motivação do aluno no processo de aprendizagem, fornecendo meios de operacionalização do saber científico e desafiando-o à construção prática do conhecimento na área das Ciências (Rocard et al., 2007).

Segundo Miguéns (1999) nas atividades práticas de resolução de problemas investigativos baseados na metodologia IBSE, o aluno, sob a orientação do professor, desenvolve conhecimentos ao nível da apropriação de procedimentos e do desenvolvimento conceptual, identificando problemas, planeando metodologias, traçando e conduzindo experiências científicas, registando e interpretando dados, traçando possíveis respostas às questões colocadas e comunicando os seus resultados e conclusões (Miguéns, 1999). Desta forma, a metodologia IBSE vem possibilitar que o aluno relacione a teoria com a prática, interaja com o conteúdo e o processo, desenhe mapas conceptuais e os confronte com a realidade, descobrindo, explorando e desmistificando a Ciência como parte do quotidiano, da sociedade.

Nos últimos anos, têm vindo a ser levados a cabo alguns projetos e estudos de caso no âmbito da metodologia IBSE, quer junto de alunos, quer de professores. Nesta lógica, importa referir o projeto INQUIRE, financiado pela União Europeia ao abrigo do 7.º Programa-Quadro, envolvendo 17 parceiros de 11 países europeus, entre eles Jardins

Botânicos, Museus de História Natural e Organizações Não-Governamentais (Tavares et al., 2014). Este projeto teve como objetivo desenvolver formação na metodologia IBSE junto de professores do 2.º e 3.º CEB, promovida por 14 Jardins Botânicos, entre eles, os Jardins Botânicos da Universidade de Coimbra e da Universidade de Lisboa (INQUIRE, s.d.). Como principais resultados da implementação do projeto são de referir aspetos como a mudança de atitudes dos professores, com a adoção generalizada da metodologia IBSE mesmo depois do término da formação (este facto torna-se, ainda, mais relevante se se considerar a maior carga de trabalho e de tempo despendido a que a mesma obriga ao nível da organização dos materiais e da planificação de atividades); a melhoria do trabalho investigativo dos alunos nas problemáticas abordadas; e o maior envolvimento dos alunos nas aulas de Ciências (Tavares et al., 2014).

3. OS DISPOSITIVOS MÓVEIS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Vários autores têm vindo a defender o potencial dos dispositivos móveis no processo de aprendizagem (Thornton & Houser, 2005; Ally, 2013; Kim et al., 2011; Pietrzyk, Semich, Graham & Cellante, 2011), nomeadamente atendendo às suas características de portabilidade, personalização, disponibilidade, adaptabilidade e persistência (Sharples, Corlett & Westmancott, 2002), permitindo que o aluno, com recurso às mais variadas ferramentas e em contexto (extra)escolar, realize investigações centradas nas suas ideias prévias e pontos de vista, definindo estratégias de procura de respostas às suas questões, recolhendo e interpretando informação com vista a traçar hipótese e dar respostas às problemáticas abordadas.

O acesso facilitado a dispositivos móveis, quer por via de aquisição pessoal (modelo *Bring Your Own Device*), quer por via de atribuição pelas escolas (modelo *One-to-one*), vem potenciar o seu uso nas aprendizagens

formal e informal de forma integrada (UNESCO, 2013b), bem como abre caminho a novas possibilidades de exploração da metodologia IBSE, tornando a aprendizagem personalizada (centrada no aluno e adaptada às suas necessidades e ritmo de aprendizagem); contínua (sem interrupções e em diferentes contextos); situada (no contexto em que ocorre determinado fenómeno); e colaborativa (construída a partir da partilha, interagida e interação) (UNESCO, 2013a; Zhang et al., 2010).

Desta forma, a integração de tecnologias móveis na Educação em Ciências, se usadas de forma apropriada, pode ajudar e potenciar atividades práticas de investigação, nomeadamente na recolha, processamento e análise de dados (Ješková, Kireš, Ganajová & Kimáková, 2011). Harlen (1999), destaca, ainda, que o uso de tecnologias na Educação em Ciências beneficia o aluno, uma vez que permite aumentar o foco da aprendizagem na pesquisa de dados e interpretação de resultados; simular situações/fenómenos em combinação com trabalhos práticos, ajudando o aluno a desmistificar concepções não-científicas; e permite aprender com recurso a informação em diferentes formatos, bem como apresentar resultados e conclusões nos formatos que mais se adequam ao aluno (Harlen, 1999).

A par, os dispositivos móveis dão suporte tecnológico para que a aprendizagem seja possível em qualquer lugar, a qualquer hora e em qualquer contexto (Ignatko & Zielasko, 2012), favorecendo a experimentação de variadas possibilidades, estímulos e observações no âmbito da Educação em Ciências. A necessidade da contextualização das aprendizagens, assente em práticas relacionadas com o quotidiano do aluno, os seus interesses e as suas vivências, tem vindo a ser reforçada por estudos que apontam para a eficiência da chamada “reconsolidação da memória”, mecanismo neuronal que permite a expansão, correção e regeneração de conhecimento relacionado com o contexto (Ignatko & Zielasko, 2012). Desta forma, a contextualização das aprendizagens

beneficia a apropriação de informação e a construção do conhecimento sempre que estes ocorram no ambiente físico e/ou mental em que o conhecimento é aplicado. Neste sentido, os dispositivos móveis podem melhorar as abordagens metodológicas na Educação em Ciências, uma vez que o contexto de aprendizagem se torna mais ativo, permitindo que o aluno experiencie, manipule e observe *in loco* o objeto da sua investigação.

Os dispositivos móveis na Educação em Ciências apresentam, assim, benefícios únicos, entre eles: desenvolvimento do pensamento crítico na procura, exploração, recolha e análise de dados; interação e feedback imediato e constante com a informação recolhida e/ou analisada; análise crítica do percurso de investigação e autorregulação das aprendizagens pelo aluno em tempo real; colaboração entre pares, partilha e análise de informação; e discussão de ideias, resultados e conclusões (Ješková et al., 2011).

4. METODOLOGIA INQUIRY BASED SCIENCE EDUCATION NO 1.º E 2.º CEB COM RECURSO A DISPOSITIVOS MÓVEIS

4.1 Alguns casos práticos

Nos últimos anos têm vindo a ser levados a cabo alguns estudos de caso tentando perceber o potencial da metodologia IBSE no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis. Nos estudos analisados em seguida são apontadas, maioritariamente, mais-valias ao nível do envolvimento do aluno i) nas aprendizagens, ii) na produção de conhecimento e iii) na análise e reflexão do seu percurso investigativo (Bybee et al., 2006), razão pela qual os autores optaram por agrupar os principais resultados de cada caso prático nesses três níveis de análise. Estes três níveis de análise decorrem do modelo dos 5 E's de Bybee (2006), referido anteriormente, e focam-se na capacidade do aluno pesquisar informação de valor; usar o conhecimento prévio para gerar novas ideias, explorar questões e possibilidades; interrelacionar conceitos científicos; organizar ideias e

desenvolver o raciocínio científico por via das experiências de aprendizagem; e autoavaliar a sua compreensão e competências científicas com base nas evidências e resultados da sua investigação (Bybee et al., 2006).

CASO PRÁTICO 1: Mobile Inquiry Learning Experience For Primary Science Students

Em 2010, os investigadores Looi, Zhang, Chen, Seow, Chia, Norris e Soloway (Looi et al., 2011), com o intuito de alargar o entendimento acerca dos desafios e das possibilidades dos dispositivos móveis na promoção da aprendizagem em Ciências centrada no aluno, aplicaram um estudo de caso durante 21 semanas que teve como objetivo o desenvolvimento de um projeto com o tema Sistema Digestivo em 9 turmas do 3º ano do 1.º CEB. Das 9 turmas foi selecionada ao acaso uma turma para trabalhar segundo a metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis atribuídos pela escola, sendo que as restantes 8 turmas trabalharam de forma tradicional.

Para o desenvolvimento das sessões com recurso à metodologia IBSE, foi atribuído a cada aluno 1 smartphone dando acesso a variadas ferramentas (calculadora, calendário, browsers, MS Windows Mobile Word®, Excel®, PowerPoint®), facilitando atividades que envolvessem cálculos matemáticos, pesquisas online, produção de conteúdos, recolha de dados e apresentação de resultados.

As atividades previam situações de aprendizagem centradas no aluno, envolvendo-o nos tópicos e questões de investigação; avaliação formativa (adequação das atividades aos objetivos traçados, avaliação do percurso de aprendizagem); mediação e interação colaborativa entre professor e aluno e entre os pares com recurso aos dispositivos móveis; e exploração da metodologia e dos processos de investigação em diferentes contextos (sala

de aula, visitas de estudo ao Jardim Zoológico e ao Centro de Ciência, e casa).

Como principais resultados descritos, os autores referem as potencialidades acrescidas do uso da metodologia IBSE com recurso a tecnologias móveis:

i) no envolvimento do aluno nas aprendizagens: o aluno realiza pesquisas online autónomas promovidas pelo autoquestionamento e pela necessidade de saber mais; recolhe dados de forma autónoma e autodirecionada como, por exemplo, vídeos relevantes para a temática explorada a partir do canal YouTube;

ii) na produção de conhecimento: com recurso a diferentes ferramentas, o aluno produz conteúdos digitais de autoria baseados na reflexão e discussão partilhada, como animações e mapas conceptuais sobre o funcionamento do Sistema Digestivo; e demonstra um entendimento multimodal das Ciências, explorando questões relacionadas com os temas curriculares como, por exemplo, o percurso de uma maçã digerida ao longo das diferentes partes do Sistema Digestivo;

iii) na análise e reflexão do percurso investigativo: o aluno questiona-se acerca de “O que quero eu saber?”; analisa e reflete acerca do seu conhecimento e dos seus conteúdos digitais, optando por escrever as suas próprias perguntas em vez de copiar o que o professor escreve no quadro; reflete acerca do feedback do professor e dos pares, da sua avaliação e da resolução de conflitos de ideias e/ou problemas de forma colaborativa.

CASO PRÁTICO 2: Stanford Mobile Inquiry-based Learning Environment

Em 2011, os investigadores Seol, Sharp, Kim e Buckner e a sua equipa (Seol, Sharp & Kim, 2011; Buckner & Kim, 2013; Stanford GSE

IT, s.d.), com o intuito de testar e avaliar o ambiente de aprendizagem *Stanford Mobile Inquiry-based Learning Environment* (SMILE) na promoção de atividades de levantamento de questões por parte dos alunos, deram início à aplicação de 10 estudos de caso em vários países com diferentes níveis socioculturais e socioeconómicos e em diferentes níveis de escolaridade. Deste levantamento destacam-se dois estudos de caso na Califórnia e um na Índia com alunos do 5.º ano de escolaridade, com o objetivo de testar as duas componentes do *software* (a aplicação direcionada para os alunos e o servidor de gestão de dados) como suporte a projetos baseados na metodologia IBSE.

Para o desenvolvimento das sessões, foi atribuído a cada aluno 1 smartphone dando acesso ao *software* SMILE©, com o intuito de os alunos gerarem de forma autónoma questões livres (Califórnia) e questões apoiadas nos manuais escolares (Índia) na área das Ciências.

As atividades previam situações de aprendizagem centradas no aluno, envolvendo-o na operacionalização autónoma de questões relativas a temáticas de variadas áreas do conhecimento, com ou sem suporte analógico (livros ou notas pessoais para consulta); e a avaliação entre pares (os alunos avaliavam as perguntas, quer ao nível conceptual, quer ao nível de complexidade, e as apresentações orais dos colegas sobre as temáticas trabalhadas).

Como principais resultados descritos, os autores referem as potencialidades acrescidas do uso da metodologia IBSE com recurso a tecnologias móveis:

i) no envolvimento do aluno nas aprendizagens: o aluno explora o *hardware* e o *software* adaptando-se rapidamente aos mesmos e diminuindo constrangimentos afetos à falta de familiaridade; envolve-se na atividade dando resposta ao esperado e/ou superando muitas vezes o proposto; e mostra grande entusiasmo face às atividades propostas,

passando a querer mostrar e partilhar o seu trabalho e colaborar com os pares;

ii) na produção de conhecimento: o aluno reflete acerca do seu conhecimento e usa conhecimentos anteriores para resolver os desafios propostos; formula questões adequadas ao conteúdo e rentabiliza e adapta conteúdos dos manuais escolares ao suporte digital e ao objetivo definido, por exemplo, perguntas de escolha múltipla; e cria mecanismos de uso do conhecimento gerado para outras atividades de aprendizagem como, por exemplo, revisão de matéria para momentos de avaliação;

iii) na análise e reflexão do percurso investigativo: o aluno analisa e reflete acerca dos seus conteúdos digitais, alargando o espectro pretendido como, por exemplo, explica oralmente as suas questões à turma; e resolve conflitos de ideias e/ou problemas de manipulação do *hardware* e *software* de forma colaborativa.

CASO PRÁTICO 3: BYOD For Seamless Science Inquiry In A Primary School

Em 2014, a investigadora Song (Song, 2014), com o intuito de alargar o entendimento acerca do desenvolvimento do conhecimento dos alunos no Ensino das Ciências com recurso à investigação e a sua perceção relativamente às experiências de aprendizagem contínua com recurso a dispositivos móveis, aplicou um estudo de caso durante 1 ano letivo que teve como objetivo o desenvolvimento de um projeto com o tema Anatomia do Peixe da unidade Biodiversidade numa turma do 6.º ano de escolaridade. A turma trabalhou segundo a metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis pessoais e atribuídos pela escola, sendo que dos 28 alunos que constituíam a turma, 24 usaram os seus dispositivos móveis pessoais (21 tablets iOS e Android, 2 iPhones e 1 iPod) e aos restantes 4 alunos a escola atribuiu tablets iOS.

Para o desenvolvimento das sessões, cada aluno poderia fazer uso do dispositivo móvel para aceder a variadas ferramentas (câmara fotográfica, webcam, browsers, Apps educativas como Edmodo© e Evernote©) com o

intuito de facilitar atividades que envolvessem pesquisas online, produção de conteúdos, recolha de dados e apresentação de resultados.

As atividades previam situações de aprendizagem centradas no aluno, envolvendo-o nos tópicos e questões de investigação; exploração da metodologia e dos processos de investigação em diferentes contextos (sala de aula, Mercado de peixe e casa); observação de fenómenos experimentais (Laboratório da Escola); e explicação, reflexão crítica e partilha de análises realizadas e dos resultados da investigação.

Como principais resultados descritos, os autores referem as potencialidades acrescidas do uso da metodologia IBSE com recurso a tecnologias móveis:

i) no envolvimento do aluno nas aprendizagens: o aluno pesquisa online acerca da temática e de acordo com o que mais lhe suscita interesse; formula perguntas, recolhe dados e apresenta resultados em contexto (extra)escolar, no laboratório da escola e com recurso à ferramenta Evernote©; e demonstra vontade em dar continuidade a atividades de investigação;

ii) na produção do conhecimento: com recurso a diferentes ferramentas, o aluno produz conteúdos digitais de autoria e partilha informação como, por exemplo, mapas conceptuais, imagens, textos e vídeos; discute questões de forma partilhada, aferindo-se um nível de conhecimento mais aprofundado acerca da temática no final da aplicação do estudo de caso, percebendo e explicando a anatomia do peixe;

iii) na análise e reflexão do percurso investigativo: o aluno analisa e reflete acerca dos seus conteúdos digitais, das suas gravações áudio documentando o seu processo de aprendizagem e as suas necessidades ao longo do processo investigativo; do feedback do professor e dos pares; da sua avaliação; e das observações e conclusões em momentos de observação de fenómenos experimentais.

CASO PRÁTICO 4: Using Mobile Tools In Immersive Environments

Em 2014, os investigadores Lui, Kuhn, Acosta, Niño-Soto, Quintana e Slotta (Lui et al., 2014), com o intuito de alargar o entendimento acerca do desenvolvimento de ambientes imersivos de suporte ao Ensino das Ciências, aplicaram um estudo de caso durante 10-12 semanas que teve como objetivo o desenvolvimento de um projeto com os temas Evolução e Biodiversidade, tópico Floresta Tropical, em turmas do 5.º e 6.º anos de escolaridade. As turmas selecionadas trabalharam segundo a metodologia IBSE com recurso ao *software* EvoRoom© (ambiente imersivo) e a tablets iOS prevendo o *software* Zydeco© (*science inquiry software*).

Para o desenvolvimento das sessões, a sala estava equipada com projetores e telas que simulavam a floresta tropical, a partir das quais os alunos, em pequenos grupos e com recurso ao tablet, podiam realizar observações, colocar questões, recolher informações, partilhar observações e construir explicações baseadas em evidências.

As atividades previam situações de avaliação formativa (avaliação do percurso de aprendizagem); mediação e interação colaborativa entre professor e aluno e entre os pares; colocação de questões; observação, recolha, partilha e análise de dados; construção de explicações baseadas em evidências; produção e partilha de conteúdos multimédia; realização de atividades de inquérito com recurso ao ambiente EvoRoom© e aos dispositivos móveis; e exploração da metodologia e dos processos de investigação em diferentes contextos (sala de aula com exploração do ambiente imersivo simulando a floresta tropical, visita de estudo ao Jardim Zoológico e casa).

Como principais resultados descritos, são de referir as potencialidades acrescidas do uso da metodologia IBSE com recurso a tecnologias móveis e imersivas:

i) no envolvimento efetivo do aluno nas aprendizagens: o aluno contacta com simulações de espaços e objetos físicos de difícil acesso e/ou manipulação; formula perguntas, recolhe dados de forma autónoma e autodirecionada; e promove discussões em tempo real acerca do que está a experienciar e a observar com recurso ao ambiente imersivo e às tecnologias móveis;

ii) na produção de conhecimento: com recurso a diferentes ferramentas e estímulos, o aluno recolhe e produz observações em tempo real a partir do ambiente imersivo e que traduzem o ambiente real como, por exemplo, a experimentação das condições atmosféricas de uma Floresta Tropical; explora ambientes ricos e que dificilmente teria acesso em condições de não simulação; produz e partilha conteúdos digitais de autoria baseados na observação, recolha, partilha e análise de dados; e constrói explicações baseadas em evidências com recurso ao ambiente imersivo e ao cruzamento de dados recolhidos com os dispositivos móveis em ambientes reais como, por exemplo, museu.

iii) na análise e reflexão do percurso investigativo: o aluno analisa, reflete e debate acerca dos seus conteúdos digitais e dos dados que recolhe a partir de um grande número de visualizações interativas e de estímulos sensoriais; da mediação e interação com o professor e os pares; e da sua avaliação de desempenho em tempo real, baseada na monitorização em tempo real das atividades desenvolvidas com recurso aos *softwares* usados.

4.1.1 Cruzamento e enquadramento dos principais resultados descritos na aprendizagem personalizada, contínua, situada e colaborativa

Da análise dos principais resultados dos estudos descritos foi possível aferir que, a aplicação da metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis potencia a aprendizagem personalizada, contínua, situada e colaborativa.

Os dispositivos móveis ao serviço da Educação em Ciências podem apoiar os alunos na exploração do mundo em seu redor, na pesquisa de evidências e no desenvolvimento de soluções face às problemáticas abordadas, permitindo, dessa forma, que a aprendizagem se torne personalizada. Por exemplo, cada aluno com recurso ao mesmo *hardware* e/ou *software* pode recolher diferentes informações, produzir diferentes evidências e retirar diferentes conclusões para uma mesma questão de investigação (UNESCO, 2013b).

Em matéria de aprendizagem contínua, importa referir que a mesma prevê que o aluno realize aprendizagens em diferentes contextos (formais e informais) e de forma ininterrupta, fazendo uso de várias tecnologias e maximizando o seu potencial em *prol* do seu objetivo de investigação. Esta abordagem, idealmente, deve prever momentos de aprendizagem situada, promovendo o contacto dos alunos com diferentes contextos onde ocorre um determinado fenómeno e/ou evidência do mesmo (UNESCO, 2013a). Por exemplo, visitar locais onde ocorrem os fenómenos em estudo e museus onde estão retratados e explicados de forma pormenorizada esses fenómenos.

Por último, a aprendizagem colaborativa deve ser encarada como uma oportunidade para os alunos aprenderem com os seus pares e com o apoio do professor, ou seja, é na constante troca de ideias, dúvidas e hipóteses que os alunos aprimoram o seu percurso investigativo, as suas descobertas e as suas conclusões e reflexões. Os dispositivos móveis, graças à sua portabilidade e às variadas ferramentas de comunicação, são instrumentos privilegiados para a promoção da aprendizagem colaborativa (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005).

Pelo exposto, apresenta-se, em seguida, o cruzamento e enquadramento dos principais resultados descritos nos estudos analisados de acordo com as abordagens enunciadas.

A) APRENDIZAGEM PERSONALIZADA

O aluno pesquisa online e recolhe dados de forma autónoma e em diferentes suportes multimédia (fotografia, áudio, vídeo, notas de campo); produz conteúdos digitais de autoria e em diferentes suportes multimédia (fotografia, áudio, vídeo, esquemas conceptuais, sistemas de pergunta-resposta, animações, apresentações); partilha o seu conhecimento através de plataformas sociais e do *software* utilizado (GoKnow's MLE MyProjects©, Edmodo©, Evernote©, SMILE©, EvoRoom© e Zydeco©); e analisa e reflete sobre o seu percurso investigativo com recurso aos conteúdos digitais produzidos, ao feedback e à avaliação do seu desempenho (qualidade e adequação dos conteúdos produzidos e pesquisados, debate de ideias, resultados aferidos e conclusões).

B) APRENDIZAGEM CONTÍNUA

O aluno recolhe informação em atividades de contexto (extra)escolar (fotografia, áudio, vídeo, notas de campo); partilha informação em contexto (extra)escolar com recurso a plataformas sociais e ao *software* utilizado (GoKnow's MLE MyProjects©, Edmodo©, Evernote©); e constrói o seu conhecimento em atividades de contexto (extra)escolar com recurso a diferentes suportes multimédia (áudio, vídeo, esquemas conceptuais, sistemas de pergunta-resposta, animações, apresentações).

C) APRENDIZAGEM SITUADA

O aluno contacta com uma vasta gama de informação, podendo recolher a mesma com recurso a diferentes ferramentas do dispositivo móvel (câmara fotográfica, câmara de vídeo, gravador de áudio) e ao *software* utilizado; recolhe informação com recurso a diferentes suportes multimédia em espaços onde é possível contactar com o objeto de investigação (Centro de Ciência, Jardim Zoológico, Laboratório da Escola,

Mercado de peixe e ambiente imersivo); e constrói o seu conhecimento com recurso a diferentes suportes multimédia em espaços onde é possível contactar com o objeto de investigação (fotografia, áudio, vídeo, animações, apresentações, experiências científicas, simulações).

D) APRENDIZAGEM COLABORATIVA

O aluno partilha ideias, dúvidas, hipóteses, conclusões e reflexões com o professor e os pares com recurso a diferentes ferramentas do dispositivo móvel e ao *software* utilizado; trabalha de forma colaborativa espontaneamente (por exemplo, os alunos juntam-se em pequenos grupos para resolver um problema, realizar uma atividade, pesquisar informação, refletir e tirar conclusões); interage socialmente através da partilha de informação (vídeos informativos, respostas encontradas na Internet); resolve conflitos de ideias de forma colaborativa, recorrendo a informação da Internet e às suas conclusões; e ajuda os pares na manipulação do *software* a usar no desenvolvimento das atividades e na resolução de problemas técnicos.

5. CONCLUSÕES

Os estudos de caso que têm vindo a ser aplicados no âmbito da metodologia IBSE no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis, refletem a mais-valia que a conjugação das tecnologias com metodologias centradas no aluno trazem ao processo de aprendizagem, nomeadamente ao nível do envolvimento do aluno nas aprendizagens, na construção do seu conhecimento e no aumento da capacidade de análise e reflexão do seu próprio percurso investigativo (e académico).

De igual forma, esta metodologia apresenta um forte potencial em matéria de aprendizagem personalizada, contínua, situada e colaborativa, nomeadamente ao favorecer a análise dos conteúdos produzidos e

partilhados pelo aluno. São de sublinhar resultados como a produção e partilha de conteúdos de autoria em diferentes suportes multimédia e a criação de mecanismos de uso do conhecimento gerado para outras atividades de aprendizagem (aprendizagem personalizada); a pesquisa constante de informação online e a resolução de conflitos de ideias recorrendo a informação da Internet e às suas conclusões (aprendizagem contínua); a recolha de dados de forma autónoma e em contextos onde é possível contactar com o objeto de investigação (aprendizagem situada); e a partilha de informação, ideias, dúvidas, hipóteses, conclusões e reflexões e resolução de conflitos de ideias e/ou problemas de forma colaborativa (aprendizagem colaborativa).

Face ao levantamento realizado e aos principais resultados aferidos, importa refletir sobre alguns aspetos que não foram descritos nos estudos de caso. Apesar de todos os estudos de caso preverem um período alargado de implementação, à exceção do projeto *Stanford Mobile Inquiry-based Learning Environment* (SMILE©) que continua a ser implementado, os autores não referem se a metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis foi continuada pelos professores e/ou Escola. Face ao impacto e relevância dos resultados da sua aplicação, seria desejável que, por via de formação/apoio a professores e/ou parcerias com Escolas/Ministérios da Educação fossem desenhados e implementados projetos a longo prazo, potenciando a investigação e desenvolvimento de práticas educativas baseadas na metodologia IBSE duradouras e enquadradas no plano anual de atividades das Escolas.

De referir, ainda, que, apesar de aplicarem metodologias com vista à aprendizagem personalizada, as atividades foram disponibilizadas aos alunos da mesma forma (o mesmo desenho curricular). Note-se que a metodologia IBSE é uma abordagem pedagógica que privilegia as questões, ideias, observações e conclusões do aluno, enquanto ferramentas de construção do seu próprio conhecimento, aportando os centros de

interesse do mesmo e colocando-o no centro da experiência de aprendizagem. Atendendo à diversidade de suportes tecnológicos, seria desejável que a forma como os conteúdos foram trabalhados pelos diferentes alunos variasse, dando, assim, resposta às diferentes apetências e centros de interesse e tornando a experiência de aprendizagem mais centrada e adaptada às suas necessidades.

Por último, e com base nos estudos analisados, identificam-se dois aspetos que nos parecem de grande pertinência para investigações futuras na área da aplicação da metodologia IBSE com recurso a dispositivos móveis: a) o apoio a alunos com necessidades (educativas) especiais enquanto meio de redução de constrangimentos afetos à exploração de conteúdos e apreensão de informação. Este objetivo poderá ser suportado nomeadamente por tecnologias móveis de recolha e disponibilização de dados em diferentes formatos e exploração de simulações de experiências científicas; b) a combinação de tecnologias móveis, ambientes imersivos e conteúdos em realidade aumentada com vista à exploração de conteúdos de difícil acesso/manipulação física, nomeadamente tecnologias móveis de suporte à exploração de temáticas como Biologia, Vulcanologia e Oceanografia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ally, M. (2013). Mobile learning: from research to practice to Impact Education. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 10(2), 1-10. [Online]; acedido em 7.Outubro.2014, de <http://lthe.zu.ac.ae>
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. [Online]; acedido em 2.Fevereiro.2015, de http://www.bscs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf

- Buckner, R. (2004). Scientific inquiry and science teaching. *Science & Technology Education Library*, 25(I), 1-14. [Online]; acedido em 2.Fevereiro.2015, de http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-5814-1_1
- Buckner, E. & Kim, P. (2013). Integrating technology and pedagogy for inquiry-based learning: The Stanford Mobile Inquiry-based Learning Environment (SMILE). *Journal Prospects*, 44(1), 99-118. [Online]; acedido em 31.Janeiro.2015, de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11125-013-9269-7>
- European Commission (2013). *HORIZON 2020 WORK PROGRAMME 2014-2015: 16. Science with and for Society*. [Online]; acedido em 7.Outubro.2014, de http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-swfs_en.pdf
- European Union (2011). *EUR 24765 – Scientix – The Community for science education in Europe*. [Online]; acedido em 29.Janeiro.2015, de <http://files.eun.org/scientix/Gerard-and-Snellman-The-Scientix-portal-2011.pdf>
- Harlen, W. (1999). Effective Teaching of Science. A Review of Research. *Using Research Series*, 21. [Online]; acedido em 28.Janeiro.2015, de <http://eric.ed.gov/?id=ED431772>
- Harlen, W., Holroyd, C. & Byrne, M. (1995). *Confidence and Understanding in Teaching Science and Technology in Primary Schools*. [Online]; acedido em 28.Janeiro.2015, de <http://dspace.gla.ac.uk:8080/bitstream/1905/258/1/065.pdf>
- Hodgson, C. & Pyle, K. (2010). A literature review of Assessment for Learning in science. *National Foundation for Educational Research*. [Online]; acedido em 29.Janeiro.2015, de http://www.nfer.ac.uk/publications/aas01/aas01_home.cfm
- Hwang, G.-J., Sung, H.-Y. & Chang, H.-S. (2011). The Effect of Integrating STS Strategy to Online Inquiry-based Learning on Students' Learning Performance. *2011 IEEE International Conferences on Internet of Things, and Cyber, Physical and Social Computing*, 576-580. [Online]; acedido em 30.Janeiro.2015, de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6142197>
- Ignatko, I. & Zielasko, D. (2012). Mobile Personal Learning Environments. *The Learning Technologies Research Group*. [Online]; acedido em 30.Janeiro.2015, de <http://learntech.rwth-aachen.de/dl1124>
- INQUIRE. (s.d.). *About*. [Online]; acedido em 13.Maio.2015, de <http://www.inquirebotany.org/pt/about.html>
- Ješková, Z., Kireš, M., Ganajová, M. & Kimáková, K. (2011). Inquiry-based learning in science enhanced by digital technologies. *ICETA 2011 – 9th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, 115-118. [Online]; acedido em 2.Fevereiro.2015, de http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6112597&tag=1
- Kim, P., Hagashi, T., Carillo, L., Gonzales, I., Makany, T., Lee, B., & Gàrate, A. (2011). Socioeconomic strata, mobile technology, and education: A comparative analysis. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 465-486. [Online]; acedido em 30.Janeiro.2015, de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11423-010-9172-3>
- Looi, C.-K., Zhang, B., Chen, W., Seow, P., Chia, G., Norris, C. & Soloway, E. (2011). 1:1 mobile inquiry learning experience for primary science students: a study of learning effectiveness. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(3), 269-287. [Online]; acedido em 7.Outubro.2014, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2010.00390.x/pdf>

- Lui, M., Kuhn, A., Acosta, A., Niño-Soto, M., Quintana, C. & Slotta J. (2014). Using Mobile Tools in Immersive Environments to Support Science Inquiry. *CHI '14- Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 403-406. [Online]; acedido em 7.Outubro.2014, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2574796>
- Martins, I., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Sá, P., Rodrigues, A., Teixeira, F., Couceiro, F., Veiga, M. & Neves, C. (2012). *Avaliação do Impacte do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências: Um estudo de âmbito nacional – Relatório Final*. [Online]; acedido em 2.Fevereiro.2015, de <http://www.dgicd.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=203>
- Martins, I., Veiga, M., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. & Couceiro, F. (2007). *Colecção Ensino Experimental das Ciências: Educação em Ciências e Ensino Experimental – Formação de Professores*. [Online]; acedido em 16.Dezembro.2014, de <http://www.dgicd.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=94>
- Miguéns, M. (1999). *Seminário: Ensino Experimental e Construção de Saberes*. [Online]; acedido em 2.Fevereiro.2015, de <http://www.cnedu.pt/pt/publicacoes/seminarios-e-coloquios/772-ensino-experimental-e-construcao-de-saberes>
- Ontario Ministry of Education (2013). Inquiry-based Learning. *Secretariat Special Edition – Capacity Building Series (32)*. [Online]; acedido em 8.Outubro.2014, de http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CBS_InquiryBased.pdf
- Pietrzyk, C., Semich, G., Graham, J., & Cellante, D. (2011). Mobile technology in education. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011*, 640-650. [Online]; acedido em 15.Setembro.2014, de <http://site.aace.org/conf/>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission – High Level Group on Science Education. [Online]; acedido em 8.Outubro.2014, de http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Santos M. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Instituto de Inovação Educacional.
- Seol, S., Sharp, A. & Kim, P. (2011). Stanford Mobile Inquiry-based Learning Environment (SMILE): using mobile phones to promote student inquiries in the elementary classroom. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science & Computer Engineering*. [Online]; acedido em 31.Janeiro.2015, de https://gse-it.stanford.edu/sites/default/files/worldcomp11_SMILE.pdf
- Sharples, M., Corlett, D. & Westmancott, O. (2002). The Design and Implementation of a Mobile Learning – Resource. *Journal Personal and Ubiquitous Computing*, 6(3), 220-234. [Online]; acedido em 28.Janeiro.2015, de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=594358>
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). Towards a Theory of Mobile Learning. *mLearn 2005 4th World Conference on mLearning – Mobile Technology: The Future of Learning in Your Hands*, 1(1), 1–9. [Online]; acedido em 13.Maio.2015, de <http://www.mlearn.org>
- Song, Y. (2014). “Bring Your Own Device (BYOD)” for seamless science inquiry in a primary school. *Computers & Education*, 74, 50-60. [Online]; acedido em 7.Outubro.2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514000153>
- Stanford GSE IT. (s.d.). *SMILE Pilot Studies*. [Online]; acedido em 27.Janeiro.2015, de <https://gse-it.stanford.edu/research/project/smile>

- Tavares, A., Silva, S., Santos, J., Paiva, I., Oliveira, J., & Bettencourt, T. (2014). Inquire at Coimbra botanic garden: Products and process of an IBSE educative project. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116(5th World Conference on Educational Sciences), 4353-4356. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.945
- Tenreiro-Vieira, C. & Vieira, R. (2013). Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, 18(52), 163-242. [Online]; acedido em 7.Julho.2014, de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782013000100010&script=sci_arttext
- Thornton, P., & Houser, C. (2005). Using mobile phones in English education in Japan. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(3), 217-228. [Online]; acedido em 29.Janeiro.2015, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2005.00129.x/abstract>
- UNESCO (2013a). *Policy guidelines for mobile learning*. [Online]; acedido em 12.Setembro.2014, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641e.pdf>
- UNESCO (2013b). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. [Online]; acedido em 12.Setembro.2014, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219637e.pdf>
- Zhang B., Looi, C.-K., Seow, P., Chia, G., Wong, L.-H., Chen, W., So, H.-J., Soloway, E. & Norris, C. (2010). Deconstructing and reconstructing: Transforming primary science learning via a mobilized curriculum. *Computers & Education*, 55(4), 1504-1523. [Online]; acedido em 8.Outubro.2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510001764>

Inquiry Based Science Education methodology in 1st and 2nd cycles of basic education using mobile devices - a critical review of case studies.

Abstract:

With this article we intend to lengthen the understanding of Inquiry Based Science Education methodology in 1st and 2nd cycles of basic education using mobile devices, analyzing and discussing practical examples of its application. From the analysis and data crossing of case studies and their methodologies and main results, we concluded that mobile technologies effective use in Inquiry Based Science Education methodology enhances student learning engagement, knowledge production and student investigative path analysis and reflection. Equally, it was possible to determine that the application of Inquiry Based Science Education methodology using mobile devices enhances personalized, seamless, situated and collaborative learning.

Keywords: Inquiry Based Science Education; Mobile devices; Science Education.

Texto:

- Submetido: janeiro de 2015.
- Aprovado: abril de 2015.

Para citar este artigo:

Tavares, R., & Almeida, P. (2015). Metodologia *Inquiry Based Science Education* no 1.º e 2.º CEB com recurso a dispositivos móveis – uma revisão crítica de casos práticos. *Educação, Formação & Tecnologias*, 8 (1), 28-41 [Online], disponível a partir de <http://eft.educom.pt>.

Notas biográficas dos autores

ⁱ Rita Flávia Veiga Tavares

Licenciada em Ensino Básico pela Universidade de Aveiro, frequenta o Programa Doutoral em Multimédia em Educação da Universidade de Aveiro na categoria de Bolseira de Investigação pelo CIDTFF, Departamento de Educação – Universidade de Aveiro, no âmbito do Programa de Doutoramento em Aprendizagem Enriquecida com Tecnologia e Desafios Societais (Technology Enhanced Learning and Societal Challenges – TELSC) financiando pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, IP (PD/B1/113557/2015). Tem experiência profissional como Professora do 1.º CEB, Revisora Editorial, Autora e Designer Instrucional de conteúdos educativos digitais (PEN-USB, Web e TV Interativa), Coordenadora Pedagógica, Gestora de projetos de I&DT na área da Educação e Diretora de Unidade de Educação de empresa de desenvolvimento de software educativo.

ⁱⁱ Pedro Alexandre Ferreira dos Santos Almeida

Licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro e Doutorado pela mesma universidade em Ciências e Tecnologias da Comunicação. É docente do Departamento de Comunicação e Arte na Licenciatura em Novas Tecnologias da Comunicação, no Mestrado em Comunicação Multimédia e nos Programas Doutorais em Informação e Comunicação em Plataformas Digitais e Multimédia em Educação. Como membro do CIC-Digital - Digital Media and Interaction desenvolve a sua investigação no desenho e validação de soluções comunicacionais mediadas tecnologicamente para diferentes contextos: entretenimento (área de Televisão e conteúdos interativos) e Educação (suporte a Ensino a distância).