

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

Sofia Nogueira¹

Celina Tenreiro-Vieira²

Isabel Cabrita³

Resumo: A capacidade matemática de resolução de problemas revela-se essencial para enfrentar desafios quotidianos. Porém, a este respeito, alunos portugueses do 1.º CEB evidenciam fragilidades.

A exploração de contextos de educação formais vocacionados para as Ciências Físicas e Naturais tem-se revelado promissora na potenciação de capacidades. Por conseguinte, professores demandam recursos didáticos de exploração destes espaços focados em conteúdos curriculares e de programas, no âmbito de visitas de estudo. Contudo, a oferta nestes espaços escasseia e poucos professores os desenvolvem.

Neste trabalho, apresenta-se o desenvolvimento de recursos didáticos orientados para a promoção de capacidades matemáticas de alunos do 1.º CEB, entre elas, a resolução de problemas, através da articulação entre sala de aula e um espaço de educação não formal. Os resultados apontam para que os recursos didáticos potenciaram o desenvolvimento de tais capacidades.

Palavras-chave: resolução de problemas; educação não formal; conexões.

Introdução

Orientações curriculares e programas escolares nacionais (Ponte et al., 2007; Bivar, Grosso, Oliveira e Timóteo, 2012) recomendam o desenvolvimento de capacidades matemáticas, designadamente ao nível da resolução de problemas [RP], e o estabelecimento de conexões entre Matemática e Ciências Físicas e Naturais [CFN]. A monodocência no 1.º Ciclo do Ensino Básico [CEB] (Decreto-Lei n.º 241/2001 de 30 de Agosto de 2001) afigura-se como contexto privilegiado para a sua concretização (Davis & Keller, 2009).

Porém e não obstante as melhorias que se têm vindo a constatar, resultados de alunos portugueses de 15 anos obtidos no PISA em 2000, 2003, 2006 e 2009 (OECD, 2001; OECD, 2004; OECD, 2007a; OECD, 2010a) evidenciam fragilidades no desempenho em CFN e Matemática, em particular, na RP. Também os das Provas de

¹ Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”, Universidade de Aveiro.

² Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”, Universidade de Aveiro.

³ Centro de Investigação “Didática e Tecnologia na Formação de Formadores”, Universidade de Aveiro.

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

Aferição de Matemática do 4.º ano do 1.º CEB (Ministério da Educação e Ciência & Gabinete de Avaliação Educacional [MEC-GAVE], 2010, 2011 e 2012) apesar de apontarem para ligeira melhoria no desempenho dos alunos, ainda são pouco animadores, principalmente no que se refere ao domínio daquela capacidade.

Por outro lado, e de acordo com recomendações várias (National Science Board, 2002; Falcão, 2009), embora a Direção Regional de Educação do Norte tenha feito chegar às escolas o Ofício-Circular 21/ME/2004 de 11 de Março, compelindo os professores a programarem visitas de estudo, incluindo, avaliação dos alunos, objetivos de aprendizagem, e guião de exploração do local, poucos são os professores que o fazem (Ribeiro, 2005; Rodrigues, 2011), minimizando as potencialidades educativas da exploração de um espaço de ENF de Ciências.

Segundo Kisiel (2001), muitos professores consideram que é difícil desenvolver tais guiões. Por esse motivo, expressam que gostariam que os espaços de ENF os disponibilizassem e que estes incluíssem referências a orientações curriculares e de programas. Porém, a disponibilização de guiões com essas características é escassa em espaços de ENF vocacionados para Ciências (Guisasola, 2005) e nem sempre promovem a articulação com a sala de aula (DeWitt & Storcksdieck, 2008), negligenciando oportunidades de aprendizagens cognitivas (DeWitt & Osborne, 2007).

Neste contexto, o estudo descrito neste artigo teve por finalidade desenvolver (conceber, produzir, implementar e avaliar) situações de exploração matemática de módulos interativos de ciências, articulando contextos de EF e ENF e apelando a capacidades matemáticas de RP e de comunicação em matemática [CM].

O artigo foca resultados relativos à questão de investigação: Quais são as repercussões da exploração dos recursos didáticos desenvolvidos na capacidade de RP de alunos do 4º ano do 1.º CEB?. Dada a temática do número desta revista, também se apresentam as opiniões da professora e de alunos sobre a exploração dos recursos didáticos, centrando-se na articulação da EF com a ENF.

O artigo estrutura-se em sete pontos: introdução; enquadramento teórico; desenvolvimento dos recursos didáticos; procedimentos metodológicos; apresentação de resultados e discussão de resultados e considerações finais. A descrição do desenvolvimento dos recursos didáticos antecede a dos procedimentos metodológicos por dois motivos. Por um lado, os recursos didáticos foram desenvolvidos em estreita relação com revisão de literatura apresentada no ponto que imediatamente a antecede. Por outro, esta ordem permite enquadrar melhor os procedimentos de análise das produções dos alunos inscritas nos recursos didáticos, descritos no ponto seguinte.

1. Enquadramento teórico

Na Conferência sobre a Crise Mundial da Educação organizada pela UNESCO, Coombs (1968) distinguiu, pela primeira vez, três contextos de educação: Educação informal [EI], EF e ENF. A EI ocorre no quotidiano (Commission of the European Communities, 2000), é pouco ou nada estruturada, sem objetivos de aprendizagem explícitos e sem certificação (OECD, 2007b), não é intencional nem organizada

(European Centre for the Development of Vocational Training, 2008). Hamadache (1993) afirmou que a distinção entre os conceitos de EF e ENF “não é clara e está longe de ser consensual” (p. 12). Não se trata de opor a EF à ENF mas de conhecer melhor as suas potencialidades, em benefício de todos. No quadro seguinte, distinguem-se os conceitos de EF e ENF com base no trabalho de Werquin (2010).

Quadro 1. Perspetivas acerca da educação formal e a educação não formal

Referência	Educação formal	Educação não formal
Coombs et al., 1973	Pressupõe atividades educativas organizadas em redor do sistema educativo formal estabelecido e em institutos de formação, destinado a servir clientes e a atender a objetivos de instrução identificáveis	Organizada fora do setor educativo; serve uma clientela identificada e possui objetivos definidos
Hamadache, 1993	Rege-se pela unicidade, uma certa rigidez com estruturas horizontais e verticais (turmas de idades homogéneas e ciclos hierarquizados) e condições de admissão definidas para todos; pretende ser universal e sequencial, normalizada e institucionalizada, com certa duração.	Pressupõe atividades organizadas e estruturadas (de modo a não serem confundidas com as de natureza informal), destinadas a um público identificável, que pode não estar inscrito na escola, não institucionalizadas por se desenvolverem fora do sistema educativo.
Commission of the European Communities, 2000	Acontece em contextos promotores de aprendizagens intencionais, estruturadas e controladas (escolas, universidades); é regulada pelo Estado; obedece a um currículo; os promotores pertencem ao Estado ou são acreditados por este; sujeita-se a um sistema de certificação de qualidade; geralmente, conduz à obtenção de um certificado e/ou diploma.	Acontece em contextos promotores de aprendizagens intencionais e estruturadas, à margem dos sistemas educativos e de formação e, geralmente, não conduz à certificação formal; pode ser promovida no local de trabalho e através da sociedade civil e de grupos/associações (partidos políticos, associações de juventude,...) e organizações complementares ao sistema educativo (como arte, turmas de música e equipas de desporto, preparação para exames,...).
ISCED97, 2006	Acontece no sistema educativo inicial e institutos de formação até aos 20/25 anos de idade do indivíduo.	Organizada e autossuficiente; destina-se a um público-alvo de todas as idades; acontece dentro e fora das instituições de ensino; engloba programas de formação de adultos (literacia).
UNESCO, 2006	Consiste numa aprendizagem intencional que ocorre no seio de instituições inseridas em contextos organizados e estruturados (pré-escola, Ensino Básico e Secundário, Ensino Superior, Centros de Formação), destinados à aprendizagem; pode conduzir a um diploma e/ou certificação.	Consiste na aprendizagem decorrente de atividades educativas planeadas, organizadas e sustentadas, fora das instituições educativas, respondendo a necessidades de pessoas de todas as idades; o seu objetivo é o de proporcionar alternativas de aprendizagem para quem não tem acesso ao sistema educativo institucionalizado ou precisa de adquirir conhecimentos e desenvolver capacidades específicas para superar determinados obstáculos; é intencional do ponto de vista do aprendente.

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

Referência	Educação formal	Educação não formal
European Centre for the Development of Vocational Training [ECDVT], 2005, 2008	Acontece num contexto organizado e estruturado (local de trabalho ou estabelecimento de ensino/formação) e explicitamente concebida como aprendizagem (em termos de objetivos, duração ou recursos); intencional por parte do aprendiz e, culmina na validação e certificação	A aprendizagem é integrada em atividades planificadas que não são explicitamente designadas como atividades de aprendizagem (em termos de objetivos, duração ou recursos). A aprendizagem é intencional por parte do aprendiz
Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2007b, 2010b	Acontece em instituições educativas, em institutos de formação de adultos, e no local de trabalho	As atividades são planeadas mas possuem caráter não avaliativo (em termos de objetivos, duração, e tempo de aprendizagem), e não conducentes à qualificação (autodidatas e aprendizagem de adultos); intencional do ponto de vista do aprendiz

Fonte: adaptado e traduzido de Werquin, 2010

A partir da leitura do quadro anterior identificaram-se aspetos distintivos entre EF e ENF: a EF possui atividades de natureza fechada, ao contrário da ENF; a EF rege-se por objetivos de um currículo ou de um documento oficial orientador, enquanto os da ENF são escolhidos pela entidade promotora; a frequência com aprovação de um contexto de EF conduz à obtenção de um certificado, a da ENF não; o público da EF é homogéneo, o da ENF é heterogéneo; as entidades promotoras da EF são o Estado e as instituições certificadas pelo mesmo, enquanto as da ENF são instituições privadas e pessoas individuais.

A ENF em Matemática e CFN pode ocorrer em diversos espaços. À escala global, encontram-se diversas iniciativas de ENF dedicadas à Matemática: museus de Matemática interativos (por ex., o Arithmeum na Europa, o Museu de Matemática na Ásia, e o Goudreau Museum of Mathematics in Art and Science nos EUA); exposições itinerantes de matemática como A Matemática de M. C. Escher (<http://www.spm.pt/escher>) e Mathamazing (<http://goo.gl/GsAHf>); e museus de Ciência com exposições de Matemática (o Deutsches Museum com a exposição Mathematical Cabinet e o Pavilhão do Conhecimento com a exposição Matemática Viva). No entanto, a dispersão mundial de museus de Matemática é i) relativamente recente porque o Mathematikum, na Alemanha, aquando da sua inauguração em 2002, foi anunciado como o primeiro museu de Matemática do mundo embora, em 1980, em Nova Iorque, existisse o Goudreau Museum of Mathematics in Art and Science e ii) incipiente, pois tais espaços parecem predominar na Europa apesar de ainda serem escassos.

Em Portugal, existem alguns espaços de EF e ENF de Ciências que têm promovido iniciativas de cariz não formal dedicadas à Matemática. Assim, universidades portuguesas têm promovido atividades designadamente no âmbito da Semana da Ciência e da Tecnologia e o desenvolvimento de recursos didáticos e de exposições itinerantes destinadas ao público escolar. É o caso da Exposição “Educação +”, subordinada à Literacia Financeira, promovida pelo Projeto Matemática Ensino, da Universidade de Aveiro [UA]. Também espaços de ENF de ciência têm proporcionado exposições permanentes (ex.: “Matemática Viva” do Pavilhão do Conhecimento),

temporárias (ex.: a exposição “Imaginary – Matemática e Natureza”, exibida em 2012, no Museu de Ciência da Universidade de Coimbra) e/ou itinerantes (ex.: exposições no âmbito da iniciativa “A Fábrica vai...” da Fábrica Centro Ciência Viva). Recentemente, alguns espaços de ENF ligados a universidades portuguesas têm sido objeto de investigação no âmbito da exploração matemática, como o Jardim de Ciência (Nogueira, Tenreiro-Vieira e Cabrita, 2010), sediado na UA, e o Horto de Amato Lusitano (Santos, 2012), sediado na Escola Superior de Educação de Castelo Branco.

Investigação sobre a ENF tem apontado que esta possui várias potencialidades educativas, entre as quais: desenvolvimento de capacidades de RP (ex.: Ribeiro, 2005); aprendizagem mais duradoura na ENF que na EF (ex.: Rennie & Johnston, 2004), sobretudo, a que recorre a módulos interativos (ex.: Cuesta, Diaz, Echevaria e Morentin, 2002).

Wagensberg (1998) defendeu que o envolvimento do visitante com o módulo e o conhecimento que dele consiga obter depende da mistura equilibrada de três ingredientes que constituem o denominado “método da interatividade total”: a interatividade manual (hands-on), a interatividade mental (minds-on) e a interatividade emocional (hearts-on). O termo hands-on surge, por oposição ao termo hands-off, expressão comumente usada nos museus tradicionais em que os objetos não deveriam ser tocados pelos visitantes. Pelo contrário, atualmente, Museus de Ciência e Tecnologia possuem dispositivos físicos que, pelo tamanho, custo, originalidade ou possibilidades de exploração e interação, não se encontram nas escolas e são classificados como módulos hands-on, porquanto permitem o envolvimento físico dos utilizadores. Contudo, tocar não pressupõe aprender (Sandifer, 2003), pelo que é preciso fomentar a interatividade através do efeito minds-on (interação mental) e hearts-on (interação emocional) (Botelho, 2010). Assim, atualmente, os espaços de ENF também têm procurado enfatizar tais aspetos na exploração dos módulos de modo a estimular a (re)construção de conhecimento de quem com eles interage.

Investigação (ex.: DeWitt & Osborne, 2007; DeWitt & Storksdieck, 2008; Rodrigues, 2011) aponta para que a eficácia de visitas de estudo a espaços de ENF de Ciências depende da sua organização em três fases: antes da visita (em sala de aula); durante a visita (num espaço de ENF); após a visita (em sala de aula). Porém, persistem evidências de que a maioria dos professores não estrutura a visita desse modo (Soto Lombana, Angulo Delgado, & Rickernman, 2009) mas que deseja que tais espaços disponibilizem recursos didáticos com tais características e orientados para a promoção de aprendizagens relacionadas com o currículo escolar (Anderson & Zhang, 2003; Kisiel, 2001).

Nessa linha, espaços de ENF de ciências disponibilizam guiões didáticos com propostas de exploração de módulos, destinadas a serem realizadas antes, durante e após visitas de estudo, fortemente orientadas para público em idade escolar. São exemplo disso, a Casa de las Ciencias (Corunha), o Principia (Málaga) e o Exploratório (Coimbra), os quais disponibilizam Guiões Didáticos focados na exploração de conteúdos relativos a CFN e, no caso do Principia, também de Matemática. Porém, a oferta deste tipo de recursos por Museus de Ciência é escassa (Guisasola & Morentin,

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

2005), sendo o mais comum a disponibilização de atividades avulso e online, como no Science Museum, em Londres.

Rodrigues (2011) sugeriu que os professores que optarem por desenvolver propostas didáticas, sigam uma abordagem temática e considerem as capacidades e os conhecimentos prévios do aluno. Contudo, os poucos que propõem atividades de articulação antes, durante e após as visitas de estudo delinham objetivos que passam, principalmente, pela vertente lúdica, não potenciando oportunidades de experimentação e simulação de fenómenos, de recolha de dados, de validação de hipóteses e de interpretação de evidências, característicos da atividade científica (Guisasola & Morentin, 2005).

Szpakowski (1973) defendeu que, para potenciar a articulação entre espaços de EF e ENF, o museu deve: i) demonstrar conhecimento profundo dos currículos e programas escolares dos diferentes níveis de ensino e de formação profissional; ii) elaborar um programa educativo considerando características dos programas escolares e da oferta do museu; iii) combinar com a escola, a forma como a colaboração se deve processar; iv) aliciar a colaboração de jovens no quadro de educação permanente e extraescolar e v) estabelecer acordos com a escola para promover a investigação em ambos os contextos de educação.

Em suma, investigação sugere que a articulação entre a escola e espaços de ENF é desejável. Contudo, por vezes, não é operada ou é-o de modo um pouco incipiente e não estruturado. Nesse sentido, professores têm manifestado interesse em implementar recursos didáticos que operacionalizem tal articulação. Para tanto, sugerem que os espaços de ENF apresentem recursos didáticos destinados a serem explorados antes, durante e após a visita, focados em aspetos curriculares e dos programas. Não obstante, escasseia este tipo de oferta educativa por parte de espaços de ENF, em particular vocacionados para CFN e Matemática.

2. Desenvolvimento dos recursos didáticos

Neste contexto, foram desenvolvidos recursos didáticos assentes em três linhas orientadoras: promover capacidades concernentes à RP e à CM; potenciar conexões entre Matemática e CFN; e articular e potenciar sinergias entre contextos de EF e ENF. Estas emergem das conexões, das capacidades e dos contextos de ENF e EF focados na finalidade da presente investigação.

Na conceção e na produção dos recursos didáticos procurou-se delinear situações de exploração matemática de módulos interativos de ciências que apelassem a capacidades básicas ligadas aos momentos de RP, emergentes da revisão de literatura, cujos autores se basearam nos trabalhos de Polya (1946). Assim, foram definidos os seguintes momentos da RP: Compreensão do problema; Conceção de um plano de RP; Execução do plano de RP; Avaliação do trabalho desenvolvido; e Transversal. No que concerne a cada momento da RP, foram definidas várias capacidades, apresentadas no quadro seguinte.

Quadro 3. Descrição de capacidades básicas de resolução de problemas relativas aos diferentes momentos

Momento	Capacidades específicas	Capacidades transversais
Compreensão do problema	Formular o problema por outras palavras Identificar a questão do problema Identificar as condições do problema Identificar os dados do problema relevantes para a sua resolução	Relacionar informações do problema entre si e com informações anteriores Usar adequadamente convenções matemáticas
Conceção de um plano de resolução do problema	Identificar um problema relacionado com o que se quer resolver Selecionar as estratégias a utilizar na resolução do problema	Utilizar (construir e/ou interpretar) representações matemáticas adequadas
Execução do plano de resolução do problema	Implementar a(s) estratégia(s) selecionada(s) Evidenciar uma ou mais soluções para o problema ou concluir sobre a inexistência desta	Traduzir a linguagem comum em linguagem matemática e o inverso
Avaliação do trabalho desenvolvido	Analisar a(s) estratégia(s) implementada(s) e corrigir eventuais erros Selecionar e identificar a melhor solução (no caso de ser apresentada mais que uma) Justificar a solução selecionada através da melhor adequação à(s) condição(ões) e aos objetivos do problema	Expressar descobertas e ideias matemáticas através do uso de linguagem, oral e escrita, clara, rigorosa e adequada à situação
Discussão das resoluções do problema	Apresentar o trabalho desenvolvido até ao alcance da melhor solução Adequar os meios e as estratégias utilizadas na comunicação da resolução do problema a uma audiência particular	
Sistematização de aprendizagens	Identificar dificuldades na resolução do problema Identificar ações bem-sucedidas Utilizar a solução e/ou a(s) estratégia(s) em outras situações em que seja(m) adequada(s)	

Realce-se, ainda, que, de forma a potenciar conexões entre Matemática e CFN, os recursos didáticos foram concebidos e produzidos tendo em conta o CNEB (ME-DEB, 2001), em vigor até 22 de dezembro de 2011, o PMEB (Ponte et al., 2007) e a Organização Curricular e de Programas do 1.º CEB [OCP] (Departamento da Educação Básica, 1998), no que respeita ao 4.º ano do 1.º CEB, ao nível de conhecimentos, capacidades e atitudes.

O espaço de ENF selecionado no desenvolvimento dos recursos didáticos foi o Jardim da Ciência [JC], sedado na UA. Dois motivos para a sua seleção decorrem de investigações de Costa (2007) e Gonçalves (2009) terem evidenciado a potenciação de capacidades científicas através da exploração do JC e de este espaço possuir módulos orientados para temáticas de ciências abordadas no 1.º CEB.

Os módulos do JC encontram-se ao ar livre e integram circuitos temáticos: Luz (Tenda de espelhos e Prisma Giratório); Água (Aquário da nossa costa, Circuitos de água, Viscitubos); Forças e Movimento (Cordas que tocam, Girabolas, Vai rodando, Vai e vem nas cadeiras), à exceção de quadros de Expressão. No espaço Desafios - área coberta -, os visitantes são desafiados a (des)montar, testar e explorar o funcionamento de diversificados dispositivos, maquetas e mecanismos.

Na seleção dos módulos para os recursos didáticos, consideraram-se os seguintes critérios: viabilidade de exploração por alunos do 4.º ano do 1.º CEB;

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

potencialidade de estabelecimento de conexões entre Matemática e CFN (ME-DEB, 1998, 2001; Ponte et al., 2007); potencialidade de mobilização de capacidades matemáticas de CM e de RP e possibilidade de exploração de três módulos integrados em diferentes circuitos temáticos. Foi tida em conta a experiência da investigadora enquanto monitora voluntária do JC. Os módulos selecionados foram cordas que Tocam, tenda de Espelhos e aquário da nossa Costa.

A coleção “Visita de estudo ao jardim da ciência”, destinada a alunos do 4.º ano do 1.º CEB, é composta por um documento que a contextualiza e por três díades de guiões designados Guião do Aluno [GA] e Guião do Professor [GP].

Cada GA foca a exploração de um dos módulos selecionados do JC e apresenta propostas destinadas a serem implementadas Antes da visita (em sala de aula), Durante a visita (no JC) e Após a visita (em sala de aula), possibilitando o registo de respostas do aluno.

A cada GA associou-se um guião do professor [GP]. Cada um incidiu na seguinte informação relativa ao GA correspondente: contextualização (fases da visita ao JC, itens a explorar e propósitos visados, enquadramento curricular e capacidades solicitadas, com maior ênfase em cada item do GA) e orientações ao professor (linhas de atuação para a exploração das situações propostas no GA).

A coleção também contempla um documento que a contextualiza, designado de “Visita de estudo ao jardim da ciência: contextualização da coleção”. Este foca a descrição do JC e capacidades matemáticas envolvidas na RP e na CM solicitadas nos GA. Este recurso didático destinou-se, primeiramente, à professora do 1.º CEB envolvida na presente investigação e, posteriormente, a quem pretendesse conhecer os fundamentos e o propósito dos GA, sobretudo, docentes e monitores do JC.

Além da exploração dos módulos do JC ao ar livre, considerou-se relevante que os participantes no estudo desta investigação usufruíssem de um espaço coberto designado espaço Desafios e do Laboratório de Educação em Ciências, do qual o JC constitui extensão.

Todos os recursos didáticos foram alvo de validação, que teve por objetivos: melhorar a sua adequação aos alunos do 1.º CEB; elevar o seu rigor científico; tornar as propostas dos GA mais atrativas e focar as propostas nas capacidades matemáticas pretendidas. O processo de conceção e produção dos recursos didáticos até à obtenção da versão final envolveu a validação das versões, sucessivamente, obtidas, conseguidas a partir da apreciação de validadores com perfis diversos, complementares e adequados ao propósito da coleção, em diferentes momentos. Os recursos didáticos foram validados: no primeiro momento, por professores do 1.º CEB e do 2.º CEB que lecionavam Matemática e Ciências; no segundo momento, por docentes do Ensino Superior da área da Educação e das Ciências e Matemática; no terceiro e no quarto momentos, por alunos do 3.º e do 4.º anos do 1.º CEB; no quinto momento, por alunos da licenciatura em Ensino Básico e por uma Mestre em Biologia; e no sexto momento, por especialistas em educação em Matemática e Ciências e no 1.º CEB.

A implementação da versão final da coleção “Visita de estudo ao jardim da ciência” decorreu ao longo do 2.º Período do ano letivo de 2009/2010, numa turma do 4.º ano do 1.º CEB de uma EB1 da cidade de Aveiro. Para tanto, foram obtidas autorizações dos Encarregados de Educação dos alunos da turma, da professora titular de turma, da Diretora de Escola e do Diretor do Agrupamento de Escolas de Aveiro. As sessões de exploração dos GA decorreram na sala de aula da referida turma e no JC, durando entre 30min e 2h 00min.

Para se poderem avaliar as repercussões da implementação da coleção nos alunos e professora envolvidos no estudo principal, durante a implementação do estudo foram recolhidos dados usando diferentes instrumentos, no quadro de várias técnicas de recolha de dados, conforme se descreve mais adiante.

3. Procedimentos metodológicos

Em seguida, descrevem-se e justificam-se a natureza do estudo, o contexto e a escolha dos participantes e os processos de recolha e de tratamento dos dados.

O estudo desenvolvido configura-se como estudo de caso (Meirinhos & Osório, 2010) e assume um pendor, predominantemente, qualitativo, embora recorra a operações quantitativas, de modo a afluir para o fortalecimento do plano de investigação. Com a análise do caso, não se pretende generalizar resultados mas produzir compreensão sobre uma realidade complexa e explicá-la (Yin, 2005). Para que esta fosse mais ampla e profunda, procedeu-se à recolha de dados através de diversas fontes e à triangulação dos dados.

A escolha da escola com 1.º CEB foi determinada, sobretudo, pela conjugação de duas condições requeridas, inicialmente: possuir protocolo com a UA, no âmbito da Prática Pedagógica, e pertencer ao concelho de Aveiro para potenciar a viabilidade de obter a anuência de um professor em participar no estudo e facilitar a deslocação da turma ao JC.

A turma selecionada era constituída por 22 alunos (8 meninos e 14 meninas). A maioria pertencia à mesma turma desde o 1.º ano do 1.º CEB. No início do estudo, uma aluna tinha 11 anos e os outros tinham 10. Dois alunos estavam identificados como alunos com Necessidades Educativas Especiais e eram acompanhados por uma professora do Ensino Especial, numa sessão semanal. Só uma aluna havia sido retida no seu percurso escolar, concretamente, uma vez no 3.º ano.

As principais técnicas de recolha de dados, posteriormente, alvo de análise de conteúdo, orientada por categorias definidas a priori e/ou de tratamento de estatística descritiva, foram: a inquirição, por questionário e por entrevista; a observação direta, suportada por Notas de Campo [NC], e a análise documental das produções dos alunos relativas às tarefas-teste [TT] e aos GA.

Recorde-se que os GA solicitam a mobilização de capacidades matemáticas de RP (e de CM). Cada um foca a exploração de um módulo do JC e incide sobre diferentes temáticas de CFN. Cada TT tem itens cujas temáticas de CFN e capacidades de RP solicitadas que coincidem com as dos GA. A primeira e a última TT implementadas denominam-se TT Globais [TTG] e as implementadas a seguir a cada

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

GA designam-se TT Parciais [TTP]. Cada TT foi implementada em dois períodos de 45min, mediados por intervalo de 30min. Eis a sequência de exploração dos GA e das TT: TTG1; GA focado na exploração de Cordas que Tocam (GA_CT); TTP1; GA focado na exploração da Tenda de Espelhos (GA_TE); TTP2; GA focado na exploração do Aquário da nossa Costa (GA_AC): TTP3; TTG2.

As produções inscritas nas TT e nos GA foram objeto de análise, atendendo à RP e à CM, focada na turma e em três alunos. Em seguida, refere-se apenas os procedimentos adotados na análise de produções relativas a itens de TT que solicitavam a mobilização de capacidades de RP, tendo em conta a questão de investigação enunciada no início. Para orientar a análise de conteúdo foi estabelecida, para cada etapa da RP, a “característica da resolução”, considerando os seguintes aspetos: “não responde”; “procedimento adequado e completo da RP alcançando solução adequada”; “procedimento adequado e completo da RP mas comete erros de percurso”; “procedimento adequado mas incompleto da RP e responde com base nos resultados obtidos”; “evidencia ter chegado a uma solução mas não apresenta o caminho”; “procedimento inadequado ou incompreensível”. Estas dimensões foram definidas atendendo à apreciação global das produções inscritas nas TT, tendo em conta que tais afinidades se destacavam nas produções inscritas em itens que solicitavam capacidades de RP. A partir da análise das produções escritas dos alunos, registou-se o total de vezes que cada um mobilizou cada capacidade básica de RP solicitada em cada item. Considerou-se que uma capacidade foi mobilizada quando o registo escrito do aluno continha evidências disso, mesmo quando esta não fosse mobilizada de forma totalmente eficaz. Por exemplo, considerou-se que o aluno mobilizou a capacidade básica de RP Identificar os dados do problema relevantes para a sua resolução, inscrita no momento de RP Compreensão do problema, quando usou os dados tidos como relevantes para a RP, mesmo quando também registou algum(ns) que não o tenham sido. Se esta capacidade tiver sido solicitada em 6 itens numa TT e o aluno evidenciar que a mobilizou em 3, considerou-se haver mobilização da capacidade em metade das vezes em que a mesma é solicitada nessa TT. Complementarmente, a análise das produções dos alunos foi abordada de outro modo. Para cada aluno e para a turma, foi determinada a frequência de mobilização de capacidades de RP, no global e por momento de RP, em cada TT e GA. Por exemplo, se a mobilização de capacidades de RP tiver sido solicitada 30 vezes, num GA, e o aluno a tiver manifestado 20, considera-se que a mobilizou em cerca de 66,6% das ocasiões, sendo-lhe atribuída a classificação de Satisfaz, atendendo à escala métrica intervalar de 5 níveis, definida à priori: Muito não satisfaz ($0,0\% \leq x < 24,5\%$); Não satisfaz ($24,5\% \leq x < 49,5\%$); Satisfaz ($49,5\% \leq x < 69,5\%$); Satisfaz bem ($69,5\% \leq x < 89,5\%$); Satisfaz muito bem ($89,5\% \leq x < 100,0\%$). Embora se tenham definido dois níveis negativos (Muito não satisfaz e Não satisfaz), foram definidos três níveis positivos para melhor aferir a evolução do domínio de capacidades dos alunos, ao longo da implementação das TT e dos GA.

Foram construídos e administrados dois questionários, um antes da implementação da TTG1 e outro depois da TTG2, designados, respetivamente, por questionário inicial [QI] e questionário final [QF]. O QI foi construído com o propósito de conhecer a opinião dos alunos acerca da aprendizagem da Matemática e de Ciências Experimentais, do domínio de capacidades de CM e de RP, e à exploração de

propostas, em sala de aula antes, durante e após a visita a museus/centros de ciência e da relevância que atribuem a tal. O QF também procurou obter a opinião dos alunos acerca da aprendizagem da Matemática e de Ciências Experimentais e do domínio de capacidade de CM e de RP, decorrente da exploração dos GA, e acerca de preferências e dificuldades na resolução das propostas dos GA e das TT. O QI e o QF apresentam questões de resposta fechada e o QF apresenta, também, questões de resposta aberta. As respostas às questões de resposta fechada dos questionários foram organizadas numa matriz do PASW Statistics, respeitando uma escala ordinal de tipo Likert (de 1 discordo totalmente a 5 - concordo totalmente). Após a codificação das respostas, relativamente ao item a que respeitavam, criaram-se variáveis no PASW Statistics, considerando a definição de missing values para o caso de “não-resposta”. As questões de resposta aberta foram alvo de análise de conteúdo de tipo categorial: da leitura geral das respostas, foi possível associar os discursos por afinidades, das quais emergiram categorias.

As entrevistas foram efetuadas à professora e a três alunos. As entrevistas à professora realizaram-se antes da implementação do QI (Entrevista Inicial à Professora [EIP]) e após o QF (Entrevista Final à Professora [EFP]). A EIP e a EFP envolveram várias dimensões de análise, destacando-se, neste artigo, os resultados relativos àquela que respeita ao desempenho dos alunos no domínio de capacidades de RP. Também os três alunos que constituíram casos aprofundados foram entrevistados após a implementação do QF. As suas entrevistas diferiram na solicitação de esclarecimento de respostas dadas nos questionários. As falas dos alunos foram codificadas seguindo o modelo Entrevista-código do aluno-n.º da fala. Assim, a segunda fala da aluna A3 na entrevista foi codificada como E-A3-2. As falas da professora foram codificadas seguindo o modelo EI/EFProfessora[EFP]-n.º da fala. Deste modo, a segunda fala da professora na EI foi codificada como EIP-2 e na EF como EFP-2.

Ainda, foram redigidas NC de natureza descritiva e reflexiva. Os registos das observações centradas na turma foram organizados, por sessão, nos seguintes aspetos: ambiente de sala de aula; interações e produções dos alunos; diálogo (da investigadora) com a professora; e comentários da investigadora. Os registos focados em episódios relevantes protagonizados por alunos foram organizados nos seguintes aspetos: aluno(a) focado(a), diálogo com a professora; e comentário da professora. Os relativos à resolução das TT apresentam os seguintes aspetos: identificação da TT; data e horário; ocorrências ou episódios relevantes; diálogos com a professora; e comentários da investigadora. Também foram realizadas NC (não apresentadas neste artigo) incidentes no registo de dúvidas dos alunos acerca da interpretação de enunciados dos questionários.

4. Apresentação de resultados

Em seguida, sintetizam-se alguns resultados da investigação que concorrem para responder à questão de investigação (Quais são as repercussões da exploração dos recursos didáticos desenvolvidos na capacidade de RP em alunos do 4º ano do 1.º CEB?), destacando-se alguns relacionados com a articulação entre a EF e a ENF.

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

A maioria dos alunos da turma (16 alunos em 22) obteve níveis positivos da escala classificada, decorrente da análise de produções inscritas em itens da TTG1 que apelavam a capacidades de RP. Nenhum aluno obteve nível negativo da escala classificada nos GA, só em TT (TTG1 – 6; TTP1 – 15; TTP2 – 8; TTP3 – 10; TTG2 - 4). Salienta-se que, da TTG1 para a TTG2, o número de alunos que obteve nível positivo da escala classificada aumentou (de 16 para 18), duplicando o daqueles que alcançaram os dois mais elevados (de 6 para 12). Ainda, mais alunos obtiveram mais níveis positivos da escala classificada nos GA do que nas TT (TTG1 - 6; GA_CT - 20; TTP1 - 5; GA_TE - 22; TTP2 - 19; GA_AC - 22; TTP2 - 12; TTG2 - 18) e mais alunos tiveram o nível mais elevado (TTG1 - 1; GA_CT - 8; TTP1 - 3; GA_TE - 12; TTP2 - 0; GA_AC - 13; TTP3 - 0; TTG2 - 8). Estes resultados apontam para uma evolução favorável da maioria dos alunos, ao nível da RP, decorrente da exploração das TT e dos GA.

Quando inquirida sobre se considerava que a exploração dos GA havia contribuído para uma evolução positiva dos alunos nas capacidades de RP, a professora respondeu “Ai isso sim, sem dúvida” [EFP-134]. Como possíveis explicações dadas pela professora na EFP, destacam-se: a pouca familiarização dos alunos com problemas cujas solicitações se focavam em capacidades; a complexidade e o caráter desafiante dos problemas propostos nos GA e nas TT; a admissão de mais do que uma solução para um problema; a metodologia dos GA concretizada na articulação lógica entre itens e as fases da visita (Antes da visita, Durante a Visita, e Após a visita); e os trabalhos de grupo realizados em algumas propostas, já que tal não foi permitido nas TT.

A professora afirmou que, antes do estudo, diariamente, proporcionava situações de resolução de problemas aos alunos: “[...] todos os dias [...] se propõem problemas a partir de situações que ocorrem de momento mesmo sem ser pensadas e, muitas vezes, também são preparadas por mim, em casa” [EFP-146]. Tal indica que, desde o 1.º ano, os alunos foram abundantemente estimulados em termos da RP, em sala de aula o qual pode ajudar a explicar por que a maioria dos alunos (16 em 22) obteve nível positivo da escala classificada na TTG1.

Os resultados da análise das produções dos alunos inscritas nas TT e nos GA evidenciam que os alunos obtiveram melhores resultados nos GA por oposição às TT.

A melhoria no domínio de capacidades de RP observada nos alunos poderá estar relacionada com a articulação dos GA em três fases da visita (antes, durante e após), conforme evocado pela professora e pelos alunos participantes neste estudo. Uma ilustração é o seguinte testemunho de uma aluna: “[A exploração dos GA] Ajudou-me em várias questões porque a ficha era dividida em três partes. E essas três partes, era através delas, nós podíamos ver onde podíamos melhorar.” [E-A15-198]. Na mesma linha, a professora declarou que “[...] da forma como [os GA] estão estruturados evidenciam e obrigam os alunos a explicar e a desenvolver e a puxar mais pelas [suas] capacidades.” [EFP-372]. A propósito, destaca-se que mencionou a articulação realizada no âmbito da exploração do último GA: “[...] quando a criança trabalhou antes uma situação, durante a visita pode ir buscar conhecimentos que já foram adquiridos, trabalhados e pode, poderá colocá-los num contexto que é novo para ela. Isso aconteceu, aconteceu em determinadas atividades dentro da sala de aula em que a criança examinava e observava determinados seres vivos no aquário

[durante a visita] que já tinha trabalhado em sala em termos de resolução de problemas [antes da visita].” [EFP-46].

Um fator que poderá ter potenciado o desempenho na RP propostos nos GA poderá ter sido o gosto pela sua exploração, com preferência por fazê-lo no JC. A propósito, refere-se que, na questão 8 do QF “Gostaste de resolver as propostas dos guiões do aluno? (Assinala uma opção). Não gostei nada Não gostei Gostei Gostei muito No Jardim da Ciência/LEduC . Porquê?”, 21 alunos assinalaram a primeira opção. Também a professora relevou a influência da exploração das propostas no JC no desenvolvimento de capacidades de RP dos alunos, afirmando que: “estas experiências que eles tiveram oportunidade de efetuar no jardim didático foram de extrema importância para o desenvolvimento das capacidades [de RP] deles” [EFP-138].

Outra explicação plausível para que mais alunos tivessem obtido níveis positivos de escala classificada nos GA do que nas TT é a maior flexibilidade de tempo dada nos GA para responder do que nas TT. Porém, só dois alunos referiram no QF que o tempo dado para a resolução das TT foi insuficiente, o que exclui esta explicação.

Poderia aventar-se que os melhores resultados obtidos nos GA por oposição às TT se deveriam a diferentes graus de dificuldade. Essa não parece ser a opinião de quase metade dos alunos, pois na questão 13 do QF “O que achaste mais difícil de resolver? Assinala () uma opção. Tarefas globais e parciais Guiões do Aluno

Na questão do QF “O que aprendi com os guiões do aluno da coleção “Visita de estudo ao Jardim da Ciência” ajudou-me a resolver melhor os problemas matemáticos”, verifica-se que 13 alunos assinalaram “Concordo totalmente”, 8 alunos assinalaram “Concordo” e 1 aluno assinalou “Não concordo nem discordo”. A possibilidade de realizar trabalhos de grupo no âmbito da exploração dos GA poderá ajudar a explicar a tendência para se verificarem mais níveis de concordância assinalados. A propósito, em entrevista, um aluno que assinalou “Concordo totalmente” justificou a sua resposta do seguinte modo: “Porque nas outras atividades de Estudo do Meio e da Língua Portuguesa, raramente fazemos trabalhos de grupo e depois na de Matemática com a professora Sofia fizemos muito. Ora então, deu a gostar mais de matemática” [E-A22-71; E-A22-72]. Quando interrogado de que modo a exploração dos GA o ajudou a resolver problemas respondeu: “Por exemplo, eu quando estava com o A8 e com a A2, e o A19. Eu e o A19 fizemos mal. E depois a A2 e o, e o A8 disseram “Ai! Se vocês não souberem podem perguntar a nós se quiserem, se estamos aqui todos é para ajudar uns aos outros.”” [E-A22-108; E-A22-109].

Em seguida, refere-se a evolução dos alunos, atendendo aos momentos da RP. Da TTG1 para a TTG2, aumentou o número de alunos que obteve o nível mais elevado da escala classificada no que respeita a todos os momentos da RP mas, especialmente, em relação ao momento Transversal. O número de alunos com nível positivo da escala classificada aumentou da TTG1 para a TTG2, no que concerne aos momentos de RP Compreensão do problema (de 10 alunos para 16), Avaliação do trabalho desenvolvido

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

(de 9 alunos para 12) e Transversal (de 13 alunos para 17), com maior expressividade ao nível da Compreensão do problema. No que concerne à Avaliação do trabalho desenvolvido, a maioria dos alunos (13) obteve nível positivo da escala classificada na TTG1, mais um do que na TTG2. Embora o mesmo número de alunos tenha obtido nível positivo da escala classificada nas TTG, relativamente à Conceção de um plano de RP (20 alunos) e à Execução do plano de RP (22 alunos), aumentou o daqueles que alcançou o mais elevado (de 3 alunos para 8 e de 8 alunos para 15, respetivamente). Todos os alunos obtiveram nível positivo da escala classificada nos recursos didáticos desenvolvidos, no que se refere aos momentos de RP Compreensão do problema e Conceção do plano de RP, e quase todos no que respeita aos outros.

Decorrente da exploração dos GA e das TT, a professora referiu na EFP que “Estes [Compreensão do problema e Conceção do plano de RP] são os dois aspetos onde eles tinham mais dificuldade à partida e foi, talvez, onde eu notasse uma evolução maior” [EFP-148]. A professora atribuiu a evolução dos alunos ao nível de capacidades no âmbito do momento da RP Compreensão do problema à organização dos GA em fases: “Porque o guião está faseado, portanto, o guião tem atividades, [...], há uma sequência, há um fio condutor. Acho que este guião ajudou-os a estruturar melhor o pensamento deles.” [EFP-151].

Decorrente da exploração dos GA e das TT, a professora pareceu considerar que os alunos desenvolveram a capacidade de Evidenciar uma ou mais soluções para o problema ou concluir sobre a inexistência desta, ao afirmar: “Eles, no futuro [após o estudo principal] tiveram muito mais facilidade e isso foi muito visível quando se começou a fazer um treino para as provas de aferição, em que apareciam várias situações e eles... apareciam soluções diferentes.” [EFP-138].

Decorrente da exploração dos GA, a professora também considerou ter havido melhoria do domínio de capacidades dos alunos, atendendo ao momento de RP Avaliação do trabalho desenvolvido: “[...] E chegar à conclusão [os alunos] que essas várias... apesar de haver vários caminhos para se chegar ao mesmo problema havia vantagens de uns sobre outros porque se chegava mais depressa se fosse por esse caminho do que pelo outro. Isso mostrou, mostrou e revelou ao professor que as crianças não só conseguiam perceber o caminho que eles tomaram como também avaliar o caminho dos outros”. [EFP-140].

No entender da professora, os alunos evoluíram no domínio da capacidade Utilizar (construir e/ou interpretar) representações matemáticas adequadas, no âmbito do momento da RP Transversal: “E vinham com muita facilidade ao quadro, representar, apresentar aos colegas, esquemas, completamente diferentes uns dos outros. E os colegas conseguiram perceber o ponto de vista uns dos outros com maior facilidade. E respeitar.” [EFP-140].

No QI, a maioria dos alunos assinalou níveis de concordância nas questões que focaram o domínio de capacidades de RP, excetuando nas questões “Quando resolvo problemas em matemática revejo como o resolvi para verificar se errei em algum sítio” (11 alunos em 22) e “Quando resolvo problemas em matemática se há mais que uma solução consigo explicar qual é a melhor/mais adequada” (10 alunos), em que tal foi assinalado por cerca de metade dos alunos da turma. No QF, a maioria dos alunos

assinalou níveis de concordância em todas as questões que focaram melhoria no domínio de capacidades de RP decorrente da exploração dos GA. Mais de metade dos alunos assinalou o nível de concordância mais enfático nas questões “O que aprendi com os guiões do aluno da coleção “Visita de estudo ao Jardim da Ciência” ajudou-me a ser mais capaz de encontrar uma... estratégia de o resolver/...solução adequada” (13 alunos).

Ao longo das TT, o procedimento mais observado (cerca de um terço) nas produções em itens de RP foi adequado e completo na RP alcançando solução adequada, como se pode verificar no quadro seguinte. Esta predominância diminuiu da TTG1 para todas as TTP, aumentando para a TTG2, totalizando mais de metade.

Quadro 4. Procedimentos observados nas produções da turma inscritas nos itens de resolução de problemas das tarefas-teste (em %)

Procedimento	TTG1	TTP1	TTP2	TTP3	TTG2
Não responde	0,0	20,0	0,9	6,3	0,0
Procedimento adequado e completo da resolução do problema alcançando solução adequada	37,5	30,9	30,0	29,5	58,2
Procedimento adequado e completo da resolução do problema mas comete erros de percurso	5,7	3,6	1,8	6,3	6,4
Procedimento adequado mas incompleto da resolução do problema e responde com base nos resultados obtidos	18,2	1,8	3,6	7,4	7,3
Evidencia ter chegado a uma solução mas não apresenta o caminho	27,3	24,5	7,4	23,3	4,5
Procedimento inadequado ou incompreensível	11,4	19,1	7,3	27,3	23,6

Em seguida, apresentam-se produções que, ao nível da RP, representam as típicas observadas nas TTG e na TTP2 e descrevem-se aspetos que concorrem para evidenciar a mobilização de capacidades de RP. Na produção a seguir ilustrada, inscrita na TTG1, é possível observar que o aluno mobilizou capacidades básicas de RP integradas em diferentes momentos da RP. No âmbito do momento Compreensão do problema, parece ter mobilizado a capacidade Identificar os dados do problema relevantes para a sua resolução, porquanto sublinhou todos os dados relevantes para a RP e fez uso dos mesmos na Conceção da RP e na Execução do plano de RP, apresentou-os no cálculo e no completamento da legenda da figura. O registo dos cálculos evidencia a mobilização das capacidades Seleccionar as estratégias a utilizar na resolução do problema (momento Conceção da RP) e Implementar a(s) estratégia(s) seleccionada(s) e Evidenciar uma ou mais soluções para o problema ou concluir sobre a inexistência desta (momento Execução do plano de RP). É de notar que contextualizou os cálculos, quase sempre registando a unidade “kg” e desenhando uma seta a apontar

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

para o texto que escreveu – “Lina e Ana” – com origem no resultado do cálculo efetuado para determinar a massa de ambas.

5. As crianças foram ao parque infantil. A figura 3 mostra como se sentaram no balancé. Este ficou equilibrado pois existia tanta massa num lado como no outro.

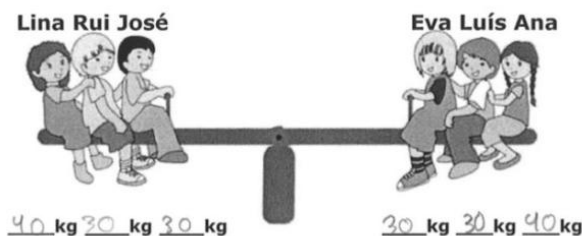


Figura 2. Crianças em equilíbrio no balancé

Descobre qual a medida de massa de cada um, sabendo que:

- O José tem 30 kg;
- Se o José sair do balancé, o Luís também terá de sair para se manter o equilíbrio;
- O Luís tem menos 10 kg do que a Lina e menos 10 kg do que a Ana;
- Os seis companheiros têm, no total, 200 kg.

Na figura 3, completa os espaços escrevendo a medida da massa de cada um. Apresenta os cálculos que efectuares.

Handwritten calculations for the balance problem:

$$\begin{array}{r} 30\text{Kg} \\ - 10\text{Kg} \\ \hline 40\text{Kg} + \text{Lina e Ana} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40\text{kg} \\ 30\text{kg} \\ 30\text{kg} \\ + 40\text{kg} \\ \hline 140\text{kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200\text{kg} \\ - 140\text{kg} \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \div 2 \\ \hline 30 \end{array}$$

Figura 1. Produção do aluno A8 relativa ao item 5 da TTG1

A produção seguinte mostra uma resposta correta, sugerindo a mobilização adequada de capacidades ligadas aos momentos da RP Compreensão do problema, Conceção do plano de RP e Execução do plano de RP.

5. O João e o Rui desenharam figuras em grelhas com as seguintes características:
- Cada quadrícula tem 1 cm de lado.
 - A linha a tracejado representa um eixo de simetria de reflexão da figura.

5.1 O João desenhou um rectângulo com 12 cm de perímetro dividido em dois rectângulos congruentes pelo eixo de simetria de reflexão. Desenha um rectângulo que respeite essas condições.

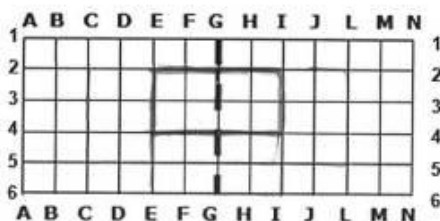


Figura 2. Produção da aluna A16 relativa ao item 5.1 da TTP2

A produção do aluno A10 a seguir ilustrada, inscrita na TTG2, evidencia cuidado na explicitação do caminho tomado: sob duas manchas gráficas distintas intituladas pelo aluno “Indicação” e “Operação”, este registou, respetivamente, a indicação dos cálculos e os mesmos, usando valores sempre acompanhados da unidade de medida, para além de ter redigido a solução correta no local indicado para o efeito. Embora não tenha destacado nem os dados relevantes para a compreensão do problema nem as condições, estes estão presentes no registo sob o título “Indicação” relativo à Conceção do plano de RP e naquele sob o título “Operação”, o qual remete para a Execução do plano de RP.

2. O João ajudou os primos a mudar a água do aquário. Ofereceu-lhes uma enguia e dois ouriços-do-mar. Para conhecerem o volume de cada exemplar usaram um recipiente graduado com água. Primeiro, colocaram os ouriços-do-mar. Depois, retiraram um dos ouriços-do-mar e colocaram a enguia.

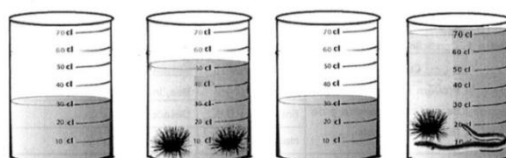


Figura 1. Sequência da colocação dos ouriços-do-mar e da enguia no recipiente graduado com água

Os ouriços-do-mar têm o mesmo volume. Indica o volume de cada ouriço-do-mar e da enguia. Apresenta os cálculos que efectuares

Indicação
 $50\text{ cl} - 30\text{ cl} = 20\text{ cl}$
 $20\text{ cl} : 2 = 10\text{ cl}$
 $30\text{ cl} + 10\text{ cl} = 40\text{ cl}$
 $70\text{ cl} - 40\text{ cl} = 30\text{ cl}$

Operação

$$\begin{array}{r} 20\text{ cl} \\ 08 \\ \hline 10\text{ cl} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50\text{ cl} \\ - 30\text{ cl} \\ \hline 20\text{ cl} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30\text{ cl} \\ + 10\text{ cl} \\ \hline 40\text{ cl} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70\text{ cl} \\ - 40\text{ cl} \\ \hline 30\text{ cl} \end{array}$$

Ouriço-do-mar (cada um): 10 cl.

Enguia: 30 cl.

Figura 3. Produção do aluno A10 relativa ao item 2 da TTG2

5. Discussão de resultados e considerações finais

Antes de se avançar com as conclusões relativas a repercussões da exploração dos recursos didáticos desenvolvidos na capacidade de RP em alunos do 4.º ano do 1.º CEB, salienta-se que, decorrente da finalidade do estudo e das opções metodológicas assumidas, não se procuraram generalizações. Pretende-se sim, acrescentar compreensão sobre a exploração de recursos didáticos que articulam contextos de EF e ENF através de propostas destinadas a promover capacidades matemáticas de alunos do 1.º CEB.

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

Os resultados obtidos na análise das produções inscritas nas TT e nos GA sugerem que a exploração dos recursos didáticos desenvolvidos e das TT promoveu o desenvolvimento de capacidades de RP. Efetivamente, não só aumentou o número de alunos que obteve nível positivo da escala classificada de uma TTG para outra, sobretudo o daqueles que alcançou os dois níveis mais elevados, como também aumentou o daqueles que obtiveram o nível mais elevado no que respeita a todos os momentos da RP. Há ainda a destacar que a evolução no domínio de capacidades de RP não pareceu seguir uma tendência nem clara nem regular, ao longo da implementação das TT e dos GA.

A opinião da professora é concordante com os resultados observados. A seu ver, a exploração dos recursos didáticos desenvolvidos e das TT potenciou, indubitavelmente, o desenvolvimento de capacidades matemáticas de RP relativas a todos os momentos de RP. É de notar que observou que foi mais expressiva ao nível da Compreensão do problema e da Conceção do plano de RP, o que não coincide com o verificado na análise das produções. De facto, a maior expressividade foi notada ao nível do momento da RP Transversal. Ressalva-se, porém, que, em todos os momentos da RP, se observou uma evolução positiva na análise das produções inscritas nas TTG. Um estudo conduzido por Santos (2012) evidenciou que a exploração de propostas de cariz científico, em sala de aula e num espaço de ENF, promoveu o desenvolvimento de capacidades matemáticas de alunos do 1.º CEB.

A melhoria no domínio da RP observada é consistente com os resultados obtidos na análise de respostas dos alunos ao QF. Recorda-se que 21 dos 22 alunos assinalaram um nível de concordância na questão “O que aprendi com os guiões do aluno da colecção “Visita de estudo ao Jardim da Ciência” ajudou-me a resolver melhor os problemas matemáticos”, destacando-se que a maioria assinalou o nível mais enfático.

A melhoria no domínio de capacidades de RP observada nos alunos poderá estar relacionada com a articulação dos GA em três fases da visita (antes, durante e após), conforme sugerido pela professora e pelos alunos participantes neste estudo, como tem vindo a ser observado em outros estudos como por exemplo, os conduzidos por DeWitt & Osborne (2007), DeWitt & Storksdieck (2008), Rodrigues (2011) e Santos (2012).

Globalmente, os melhores resultados foram obtidos nos GA por oposição às TT. Foram identificadas várias possíveis explicações. Dada a temática deste número da revista, destaca-se que uma possível explicação poderá ser a motivação adicional dos alunos para a exploração de recursos didáticos que promoveram a articulação entre sala de aula e um espaço de ENF. A sustentá-las, recorda-se que no QF, mais alunos assinalaram preferência por explorar os GA em relação às TT. Ainda, só um aluno assinalou preferência por explorar os GA em sala de aula, ao invés de no JC. A professora também apontou o entusiasmo dos alunos pela exploração das propostas no JC como estímulo para a realização das propostas de RP, nesse espaço e na sala de aula. Estes resultados são coerentes com investigação que revela que crianças que se deslocam a espaços de ENF de Ciências em visitas de estudo e professores que as acompanham consideram que a exploração matemática dos mesmos cria um vínculo afetivo nessas crianças (Santos, 2012). Outra explicação poderá ser a realização de

trabalhos de grupo, apenas permitida na exploração dos GA e não na das TT, tal como mencionado pelos alunos e sugerido pela professora. Professores envolvidos em estudos conduzidos por Ribeiro (2005) e Santos (2012) consideram que a realização de trabalhos de grupo, no âmbito da exploração de propostas de espaços de ENF de Ciências, potencia o desenvolvimento de aprendizagens.

Os resultados da presente investigação são animadores no que concerne ao desenvolvimento de recursos didáticos que operacionalizem a articulação entre EF e ENF e que contribuam para o desenvolvimento de capacidades de RP de alunos do Ensino Básico.

Referências

- ANDERSON, David & ZHANG, Zuochen (2003). Teacher Perceptions of Field-Trip Planning and Implementation. *Visitor Studies Today*, VI(III).
- BIVAR, António, GROSSO, Carlos, OLIVEIRA, Filipe, TIMÓTEO, Maria (2012). *Metas curriculares do Ensino Básico – Matemática*. s/l.: Ministério da Educação e Ciência – Direção Geral da Educação.
- BOTELHO, Agostinho (2010). *Museus e Centros de Ciência Virtuais: Perspectivas e Explorações de Alunos e Professores*. Tese de Doutoramento em Educação – Especialidade de Didáctica das Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2000). *A Memorandum on Lifelong Learning* SEC. Brussels.
- COOMBS, Philip Hall (1968). *A crise mundial da educação. Uma análise de sistemas*. São Paulo: Perspectiva.
- COSTA, Ana (2007). *Pensamento Crítico: Articulação entre Educação Não-formal e Formal em Ciências*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- CUESTA, Margarita, DIAZ, Pilar, echevaria, Isabel, MORENTIM, Maite (2002). *Centros Interactivos de Ciência: Su Papel en el Aprendizaje de la Física*. In ICE (Ed.), *Aspectos Didácticos de Física y Química*. Zaragoza: Universidade de Zaragoza.
- DAVIS, Genevieve, & KELLER, David (2009). *Exploring Science and Mathematics in a Child's World*. Upper Saddle River, N.J.: Merrill.
- DEWITT, Jennifer, & OSBORNE, Jonathan (2007). Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685 - 710.
- DEWITT, Jennifer, & STORKSDIECK, Martin (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.
- EUROPEAN CENTRE FOR THE DEVELOPMENT OF VOCATIONAL TRAINING (2005). *The Learning Continuity: European Inventory on Validating Non-formal and Informal Learning: National Policies and Practices in Validating Non-formal and Informal Learning*. Luxembourg: CEDEFOP.
- _____. (2008). *Terminology of Education and Training Policy*. Luxembourg: OOEPEC.

A promoção da capacidade de resolução de problemas através da articulação de contextos de educação formal e não formal de ciências

FALCÃO, Andrea (2009). Museu como lugar de memória. In E. SILVEIRA (Ed.), Salto para o futuro. *Museu e escola: educação formal e não-formal* (pp. 10-21), XIX(3),). Brasil: Ministério da Educação.

GONÇALVES, Nuno (2009). Recursos didáticos de cariz CTS para a educação não-formal em ciências. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico, Universidade de Aveiro, Aveiro.

GUISASOLA, Jenaro, & MORENTIN, Maite (2005). Museus de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Alambique*, 43, 58-66.

HAMADACHE, Ali (1993). *Articulation de l'éducation formelle e non formelle. Implications pour la formation des enseignants*. Paris: UNESCO.

ISCED97 (2006). International Standard Classification of Education. Retirado de http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED_A.pdf.

KISIEL, James (2001). Worksheets, museums and teacher agendas: A closer look at a learning experience. Paper presented at the Annual Meeting of National Association for Research in Science Teaching, St. Louis.

MEIRINHOS, Manuel, & OSÓRIO, António (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação - The case study as research strategy in education. *EDUSER: revista de educação*, 2(2).

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO & DEPARTAMENTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

_____ (1998). *Organização curricular e programas do 1.º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Departamento de Educação Básica.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA & GABINETE DE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL (2012). Provas de Aferição 1.º Ciclo — Matemática. Relatório 2012. s/l: autor.

_____ (2010). Prova de Aferição de Matemática do 1.º Ciclo – Relatório Nacional de 2010. s/l: autor.

_____ (2011). Prova de Aferição de Matemática do 1.º Ciclo – Relatório Nacional de 2011. s/l: autor.

NATIONAL SCIENCE BOARD (2002). *Science and technology: public attitudes and public understanding. Science and Engineering Indicators*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

NOGUEIRA, Sofia, TENREIRO-VIEIRA, Celina, & CABRITA, Isabel (2010). Mathematical proposals in classroom and in non-formal science education context. Paper presented in conference on Creativity in Mathematics Education and the Education of Gifted Children, Riga, Latvia. <http://nms.lu.lv/MGC>

OECD (2004). *Problem Solving for Tomorrow's World. First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003*. Paris: OECD Publishing.

_____ (2007a). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World Executive Summary*. Paris: OECD Publishing.

_____ (2007b). *Qualifications Systems: Bridges to Lifelong Learning*. Paris: OECD Publishing.

_____ (2010a). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science* (Vol. I, pp. 272). Paris: OECD Publishing.

_____(2010b). *Recognising non-formal and informal learning: outcomes, policies and practices*. Paris: OECD Publishing.

_____(2001). *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*. Paris: OECD Publishing.

Polya, George (1946). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton (NJ): Princeton University Press.

PONTE, João Pedro, SERRAZINA, Maria de Lurdes, GUIMARÃES, Henrique, BREDÁ, Ana, GUIMARÃES, Fátima, SOUSA, Hélia, MENEZES, Luís, MARTINS, Maria Graça, OLIVEIRA, Paulo (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: ME/DGIDC.

RENNIE, Léonie, & JOHNSTON, David (2004). The Nature of Learning and its Implications for Research on Learning from Museums. *Science Education*, 88, 4-16.

RIBEIRO, Maria (2005). *Os Museus e Centros de Ciência como Ambientes de Aprendizagem*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho, Braga.

RODRIGUES, Ana (2011). *A educação em ciências no ensino básico em ambientes integrados de formação*. Tese de Doutoramento em Didática e Formação, Universidade de Aveiro.

SANDIFER, Cody (2003). Technological novelty and open-endedness: Two characteristics of interactive exhibits that contribute to the holding of visitor attention in a science museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 121-137.

SANTOS, Joana (2012). *Relatório de Estágio: Horto de Amato Lusitano: matemática em estado vivo*. Dissertação de mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.

SOTO LOMBANA, Carlos, ANGULO DELGADO, Fanny, & RICKERNMAN, René (2009). *Ampliando la perspectiva escolar: los museos como espacio de formación*. Comunicação apresentada no VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona.

SZPAKOWSKI, André (1973). *Collaboration between Museum and School In Museums, Imagination and Education*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2006). *Synergies between Formal and Non-formal Education: An Overview of Good Practices*. Paris: UNESCO.

WAGENSBERG, Jorge (1998). A favor del conocimiento científico (los nuevos museos). *Alambique*, 18, 85-99.

WERQUIN, Patrick (2010). *Reconnaître l'apprentissage non formel et informel. Résultats, politiques et pratiques*. Paris: OCDE Publishing.

YIN, Robert (2005). *Estudo de Caso. Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

Decreto-Lei

Decreto-Lei n.º 241/2001 de 30 de Agosto de 2001. Aprova o perfil específico dos educadores e dos professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico.