

Práticas Interdisciplinares em Matemática e Ciências Naturais na formação inicial de professores

NELSON MESTRINHO

BENTO CAVADAS

INTRODUÇÃO

A ideia de integrar o ensino da Matemática e das Ciências tem vindo a ser defendida como forma de fortalecer a compreensão dos alunos relativamente aos conceitos e contextos que unem estas duas áreas (Frykholm & Glasson, 2005). Vários estudos têm vindo a sustentar que o ensino integrado das Ciências Físico-Naturais e da Matemática favorece as aprendizagens, o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas, aspetos que consideramos fundamentais na formação de professores e educadores, para além de ter um efeito positivo ao nível do envolvimento e motivação destes estudantes. Enquanto as Ciências proporcionam contextos concretos de aplicação de conceitos matemáticos, a Matemática permite aos estudantes aprofundar a sua compreensão de ideias científicas, ao proporcionar os meios para quantificar e expressar as relações entre diferentes variáveis e grandezas (Ríordáin, Johnston & Walshe, 2016).

De facto, nas últimas décadas, organizações ligadas à educação matemática têm destacado a importância de o currículo desta disciplina estabelecer conexões com outras áreas, e organizações dedicadas ao desenvolvimento da educação em ciências, vindo a sublinhar a relevância da atividade matemática para a prática científica (NCTM, 2017). Apesar disto, o currículo escolar tem vindo a privilegiar uma abordagem compartimentada das diferentes áreas do saber, excessivamente centrada nos conteúdos *per se*, secundarizando aspetos do conhecimento, tais como o sentido crítico, a criatividade, o raciocínio ou a capacidade de resolução de problemas. Não obstante ser reconhecida a forte ligação entre a Matemática e as Ciências, raramente os estudantes têm oportunidades de viver experiências interdisciplinares entre estas áreas (Frykholm & Glasson, 2005).

Todavia, o trabalho interdisciplinar entre Ciências e Matemática ganhou uma importância acrescida com a publicação do *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (ME-DGE, 2017). Este documento mostra que o trabalho interdisciplinar pode constituir-se como uma referência no sistema educativo,

ao nível curricular, na planificação, implementação e avaliação do ensino e da aprendizagem.

Numa tentativa de contrariar a tendência de compartimentação na formação inicial de professores dos primeiros anos, o Departamento de Ciências Matemáticas e Naturais da Escola Superior de Educação de Santarém implementou uma iniciativa didática orientada para o ensino-aprendizagem indisciplinar da Matemática e das Ciências Físico-Naturais que denominou CreativeLab_Sci&Math.



Figura 1. Logotipo do CreativeLab_Sci&Math

De seguida, iremos apresentar o contexto e o ambiente em que este trabalho tem vindo a decorrer e como as atividades interdisciplinares se planificaram e implementaram. Iremos também refletir sobre a pertinência da integração no ensino da Matemática e das Ciências, o modo como este trabalho tem promovido o desenvolvimento profissional dos professores envolvidos, assim como as vantagens que lhe reconhecemos no contexto de formação inicial de professores.

CONTEXTO E AMBIENTE PEDAGÓGICO

O CreativeLab_Sci&Math tem, entre outros objetivos, a construção, implementação e avaliação de atividades interdisciplinares em Ciências Naturais e Matemática, desenvolvidas em contextos de formação inicial de professores

dos primeiros anos, assim como a partilha de recursos educativos em plataformas acessíveis aos docentes de outras instituições e níveis de ensino, como a Casa das Ciências. Grande parte do trabalho realizado com os estudantes, assim como o trabalho colaborativo dos docentes envolvidos, decorre num espaço que se foi progressivamente ajustando às necessidades e dinâmicas implementadas. O espaço CreativeLab_Sci&Math, inspirado no conceito de *sala de aula do futuro* (European Schoolnet, 2017), resultou da adaptação de um laboratório de ciências clássico que, mantendo essa valência, passou também a contemplar diferentes áreas ligadas aos vários momentos de trabalho teórico e prático interdisciplinar em sala de aula. Para além do espaço em si, a sala dispõe de sinal *wireless*, o que facilita o uso de equipamentos e recursos educativos digitais necessários às atividades.



Figura 2. O espaço CreativeLab_Sci&Math

A generalidade das atividades desenvolvidas no âmbito desta iniciativa integram-se na formação inicial de professores dos primeiros anos, nomeadamente com estudantes do curso de



licenciatura em Educação Básica e dos cursos dos mestrados que habilitam para a docência, o Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º CEB e o Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB, tanto em unidades curriculares de formação nas áreas de docência (Matemática e Ciências Físico-Naturais), como nas didáticas específicas. A implementação destas atividades no curso de Educação Básica, associadas a duas unidades curriculares do mesmo ano e semestre letivo, uma da área da Matemática (Modelação Matemática) e outra da área de Ciências Físico-Naturais (Ciências da Terra e da Vida), decorre com a presença em sala de aula de dois docentes em simultâneo. As duas áreas interagem entre si e relacionam os seus conteúdos e objetivos de aprendizagem para aprofundar o conhecimento dos estudantes e introduzir novas dinâmicas no ensino. O intercâmbio de saberes disciplinares é a base para a complementaridade do conhecimento e para um ensino mais flexível e integrado, no qual uma área auxilia a outra.

ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES

A maioria das atividades interdisciplinares que são propostas aos estudantes, devidamente enquadradas nos objetivos e conteúdos programáticos de ambas as unidades curriculares, são planificadas e elaboradas em conjunto pelos docentes das duas unidades curriculares, seguindo uma estratégia *inquiry*. De acordo com autores como Hutchings (2007), o *inquiry* consiste num processo de aprendizagem centrado no estudante, promotor do pensamento crítico, reflexão e autoavaliação, trabalho em grupo, autonomia e da literacia científica, que concebe a aprendizagem através do questionamento, na procura do conhecimento de algo que não se sabe. Ernest (1991) distingue diferentes tipos de *inquiry* tendo por base o seu objeto ou foco, processo e pedagogia que lhe está associada. Este autor identifica

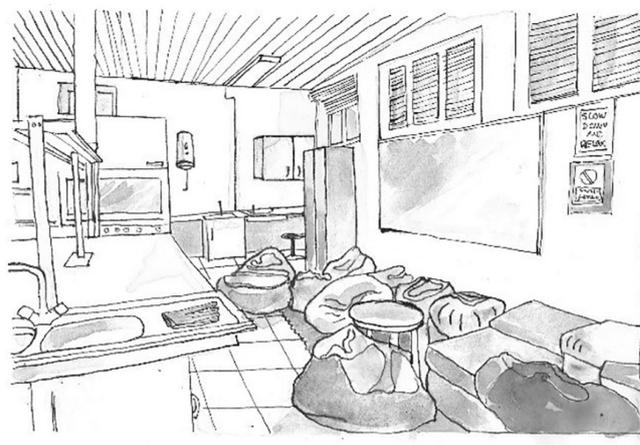


Figura 3. Duas das zonas do espaço CreativeLab_Sci&Math (Ilustrações por Clara Brito)

como modalidades de *inquiry*, de carácter progressivamente mais aberto, a descoberta guiada, a resolução de problemas e as investigações. Apesar das diferenças, em todas as modalidades, os estudantes trabalham a partir de problemas, colocam hipóteses, formulam conjecturas, planificam e executam ações no sentido de recolher evidências que permitam dar respostas aos problemas colocados, comunicando e justificando de forma fundamentadas as suas conclusões.

As propostas de trabalho de ambas as unidades curriculares são materializadas em guiões de atividades, organizados segundo os momentos do modelo de ensino 7E (BSCS, 2006; Kähkönen, 2016, Reis & Marques, 2016): *Engage, Explore, Explain, Exchange, Elaborate, Evaluate & Empowerment*.

No primeiro momento (*Engage*) pretende-se **motivar e envolver** os estudantes na temática em estudo e orientar o trabalho a partir de uma questão ou problema. Nesta fase aferem-se os conhecimentos prévios dos estudantes relativos ao tema e estabelecem-se as relações com conteúdos ou temas já estudados em Matemática e em Ciências, direcionando o seu pensamento para os objetivos de aprendizagem. Aqui o papel do professor é introduzir a problemática e explorar de forma breve a questão inicial ou problema, de modo a causar desequilíbrio cognitivo nos estudantes e motivá-los a saber mais sobre o tema ou a querer resolver o problema proposto.

No momento de **exploração** (*Explore*) os estudantes são envolvidos em atividades *hands-on* e *minds-on* para construírem ideias novas sobre a questão inicial, explorar hipóteses, conjecturar, estabelecer um plano de ação e conduzir uma pesquisa e recolher dados. Nesta fase é facilitado o acesso dos estudantes a materiais e a recursos diversos, sejam eles digitais, laboratoriais, manipuláveis ou outros, que lhes possam ser úteis para a realização do seu trabalho. O professor, que nesta fase assume um papel de facilitador, deve também proporcionar tempo e espaço, que permitam aos estudantes implementarem as suas estratégias para abordarem o problema proposto, tendo como ponto de partida as ideias iniciais. Deve ainda esclarecer dúvidas e auxiliar os estudantes que assim o solicitem a definirem um caminho viável para a consecução da atividade. Nesta fase, é muito importante promover a discussão e a aprendizagem cooperativa, permitindo aos estudantes apresentar as suas ideias e receber opiniões e sugestões dos seus pares. Em muitas situações, os estudantes têm de trabalhar em conjunto de modo a recolher e partilhar dados necessários à construção de modelos que permitam depois dar resposta aos problemas iniciais.

Ao longo da atividade, um ou mais momentos de **explicação** (*Explain*) são usados para focar a atenção dos estudantes em determinados detalhes relativos a conceitos ou processos, podendo haver a necessidade de os ajudar a melhorar a sua

compreensão dos mesmos, através de esclarecimentos diretos ou colocando-lhes questões adicionais que os ajudem a pensar. Esta fase é crucial para estabelecer, na sala de aula, uma linguagem comum e cientificamente rigorosa.

O momento de **elaboração** (*Elaborate*) é usado para envolver os estudantes em novas experiências de aprendizagem que os levem a aprofundar a sua compreensão dos conceitos de Matemática e Ciências abordados nos momentos anteriores. Um dos principais objetivos nesta fase é promover a transferência dos conhecimentos adquiridos para situações novas, relacionando-as com as realizadas anteriormente. Neste momento também é fundamental para a aprendizagem as discussões em grupo e o trabalho colaborativo.

Numa fase adiantada do trabalho importa que os estudantes tenham a possibilidade de **partilhar** (*Exchange*) as suas conclusões com os colegas e professores, explicando o que aprenderam. Para tal, pretende-se que usem linguagem e recursos digitais apropriados a essa apresentação, mostrando-se preparados para responder a questões formuladas quer pelos pares quer pelos docentes.

O momento de **avaliação** (*Evaluate*) proporciona oportunidades para que os estudantes possam aferir as suas aprendizagens. Nesta fase é muito importante dar *feedback* aos estudantes sobre os seus progressos e corrigir conceções erradas.

Em algumas atividades propostas poderá fazer sentido incluir um momento de discussão alargada sobre questões de natureza sociocientífica para aumentar a consciencialização dos estudantes acerca destes temas (*Empowerment*). Pretende-se que um tal momento **capacite** e mobilize os estudantes a assumir uma atitude proativa individual e junto da comunidade, mobilizando os conhecimentos adquiridos para a intervenção direta sobre essas questões.

A maioria das atividades interdisciplinares desenvolvidas dentro dos parâmetros descritos, inserem-se nas unidades curriculares de Ciências da Terra e da Vida e Modelação Matemática, do 2.º semestre do 3.º ano do curso de Licenciatura em Educação Básica da Escola Superior de Educação de Santarém. De seguida, apresentamos algumas das atividades já publicadas em atas de eventos científicos ou revistas da especialidade:

1. CreativeLab_Sci&Math: A medida do tempo geológico.

Consistiu na construção de um modelo linear para o tempo geológico, com a identificação nesse registo de momentos fundamentais da geohistória, através da conversão do tempo de existência da Terra (aprox. 4540 M.a.) para uma escala de distâncias (Cavadas & Mestrinho, 2018).



Figura 4. Momentos da atividade **CreativeLab_Sci&Math: A medida do tempo geológico**

2. **CreativeLab_Sci&Math: Corrida no Jurássico.** Nesta atividade, as estudantes determinaram uma estimativa para a velocidade de deslocação de um dinossauro terópode com base na informação extraída de uma pista simulada de pegadas. Para tal construíram um modelo matemático a partir de dados empíricos relativos à locomoção bípede do ser humano. Esses dados permitiram a construção de um modelo de regressão linear que foi usado para dar resposta ao problema inicial (Mestrinho & Cavadas, 2018).

No âmbito das unidades curriculares de Didática das Ciências Físico-Naturais e Matemática e Resolução de Problema, do curso de Mestrado em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclo do Ensino Básico, foi realizada a atividade interdisciplinar:

3. **CreativeLab_Sci&Math: Sementes Criativas,** atividade interdisciplinar centrada no *Inquiry* e no seu diálogo com a resolução de problemas, organizada em torno do estudo das características das sementes que favorecem a sua disseminação pelo vento (Cavadas & Mestrinho, 2017).

Algumas das atividades interdisciplinares realizadas no âmbito deste trabalho colaborativo são adaptadas para o currículo do ensino básico e secundário, sendo posteriormente partilhadas

em plataformas de recursos educativos. Nesse processo, por vezes é solicitada a colaboração de docentes ou investigadores de instituições científicas ou de outras instituições de ensino superior, como foi o caso da seguinte atividade:

4. **CreativeLab_Sci&Math: A porosidade dos solos.** Esta atividade visa que os alunos do 1.º CEB compreendam o significado e realizem uma investigação sobre uma das características dos solos, a porosidade. Nesta atividade os alunos têm também a oportunidade de explorar conceitos ligados às grandezas e medida e números decimais (Cavadas, Mestrinho & Figueiroa, 2018).

CONCLUSÕES

As reflexões na ação e sobre a ação dos professores envolvidos neste projeto sobre as práticas pedagógicas interdisciplinares evidenciam, como pontos fortes:

- i. a construção colaborativa de atividades de acordo com um modelo (7E) e uma estratégia de ensino comum (*Inquiry*);
- ii. a promoção do desenvolvimento profissional dos professores decorrente da partilha do saber didático e científico das respetivas áreas;



Figura 5. Momentos da atividade **CreativeLab_Sci&Math: Corrida no Jurássico**

- iii. a articulação, no papel de professor facilitador, em atividades letivas que implicam a presença simultâneas de ambos os docentes;
- iv. a reflexão partilhada das práticas pedagógicas;
- v. a construção colaborativa de um ambiente inovador de aprendizagem com as áreas e materiais adequadas ao trabalho pedagógico nas duas áreas científicas e uma melhor relação com o espaço no decorrer de atividades comuns;
- vi. a colaboração com investigadores e docentes de outras instituições de ensino superior;
- vii. a formação inicial de professores através da vivência em práticas pedagógicas interdisciplinares;
- viii. o aumento da produção científica dos docentes e da produção científica realizada entre docentes e estudantes (*papers*, comunicações);
- ix. a partilha das práticas desenvolvidas no âmbito do CreativeLab_Sci&Math em eventos científicos, *workshops*, partilha de materiais, etc.

No entanto, esta experiência pedagógica traz também importantes desafios:

- i. o desenvolvimento e gestão de uma matriz curricular integrada em matemática e ciências;
- ii. o aprofundamento do processo de avaliação das aprendizagens interdisciplinares;
- iii. a redefinição das relações entre os diferentes intervenientes (entre alunos, entre professor e alunos e entre professores a trabalharem em cooperação);
- iv. a avaliação do reflexo das práticas interdisciplinares que esses estudantes vivenciaram na licenciatura na prática de ensino supervisionada nos mestrados que habilitam para a docência.

Referências

- Biological Sciences Curriculum Study (2006). *The BSCS SE Instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS: Colorado Spring, CO.
- Cavadas, B. & Mestrinho, N. (2018). A medida do tempo geológico. In A. Peixoto, J. Oliveira, J. Gonçalves, L. Neves e R. Cruz (Eds.), *Educação em Ciências em múltiplos contextos - Atas do XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC*, 358-366. Viana do Castelo: Instituto Politécnico de Viana do Castelo - Escola Superior de Educação (ISBN – 978-989-8756-17-6). Disponível em http://apeduc.ipcb.pt/XVIIENEC_ATAS.pdf
- Cavadas, B., & Mestrinho, N. (2017). Uma experiência de Inquiry no ensino da Matemática e das Ciências Naturais. In M. V. Pires, C. Mesquita, R. P. Lopes, G. Santos, M. Cardoso, J. Sousa, E. Silva & Teixeira, C. (Eds.), *II Encontro Internacional de Formação na Docência (INCTE): livro de atas*, 426-435. Bragança, Portugal: Instituto Politécnico de Bragança. Disponível em <http://hdl.handle.net/10198/4960>
- Cavadas, B., Mestrinho, N., & Figueiroa, A. (2018). *CreativeLab_Sci&Math: A porosidade dos solos*. Disponível em <https://www.casadasciencias.org/cc/redindex.php?idart=303&gid=41095293>
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. London: The Falmer Press.
- European Schoolnet (2017). *Future Classroom Lab*. Disponível em <http://fcl.eun.org/learning-zones>.
- Frykholm, J. & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical content knowledge for teachers. *School, Science and Mathematics*, 105(3), 127-141.
- Hutchings, W. (2007). *Enquiry-Based Learning: Definitions and Rationale*. Manchester: The University of Manchester.
- Kähkönen, A-L. (2016). *Models of inquiry and the irresistible 6E model*. Obtido em <http://www.irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model>
- ME-DGE (2017). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. Retirado de http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Mestrinho, N., & Cavadas, B. (2018). Corrida no Jurássico, *Revista de Ciência Elementar*, 6(01): 018. doi.org/10.24927/rce2018.018
- National Council of Teachers of Mathematics (2017). *Princípios para a Ação: assegurar a todos o sucesso em matemática*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Reis, P., & Marques, A. R. (2016). *Investigação e inovação responsáveis em sala de aula. Módulos de ensino IRRESISTIBLE*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10451/25812>.
- Ríordáin, M. N., Johnston, J., & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: Key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(2), 233-255.

NELSON MESTRINHO

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

BENTO CAVADAS

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM