

Origami STEAM: Uma proposta de trabalho interdisciplinar na formação de futuros professores de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB

NEUSA BRANCO

neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação

Pólo Literacia Digital e Inclusão Social, CIAC-UA Algarve

BENTO CAVADAS

bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Educação

CeiED, Universidade Lusófona

Resumo

A educação STEAM tem ganho relevância na formação inicial de professores de Matemática e de Ciências do 2.º CEB. Contudo, por vezes é difícil para os futuros professores relacionar as diferentes áreas STEAM. Neste artigo apresenta-se a perceção de futuras professoras relativamente a relações entre as áreas STEAM, a partir do trabalho que realizaram na proposta designada “Origami STEAM”. Constatou-se que o origami constituiu um objeto pertinente de integração entre as diferentes áreas STEAM. Isso revelou-se uma mais-valia para as futuras professoras compreenderem as oportunidades de relação entre essas áreas e reforçarem a aprendizagem dos conceitos explorados, de modo integrado.

Palavras-chave: Ciências; Formação de professores; Matemática; Origami; STEAM.

Abstract

STEAM education has gained relevance in the initial mathematics and science teacher' education for elementary schools. However, sometimes is difficult for future teachers to relate the different STEAM areas. This paper presents the perception of future teachers regarding the relationships between the STEAM areas, based on the work they did in the activity "Origami STEAM". Results show that origami was a relevant object of integration between science and mathematics, and an added value for future teachers to understand the opportunities for relationships between the STEAM areas.

Key concepts: Mathematics, Origami, Sciences, STEAM, Teacher education.

Introdução

O contacto dos alunos com propostas de trabalho de carácter STEM deve iniciar-se desde cedo e esse contacto deve ser concretizado através da implementação de práticas pedagógicas motivadoras (p.e. McDonald, 2016). Assim, a educação STEM deve estar contemplada na formação inicial de professores das primeiras idades para que experienciem no seu percurso formativo um trabalho de natureza STEM que permita a discussão do seu contributo para a promoção da aprendizagem dos alunos nos domínios das ciências, tecnologia, engenharia e matemática. A Educação STEAM alarga esse âmbito e integra as artes nas áreas STEM com o objetivo de favorecer o envolvimento dos alunos e o desenvolvimento de capacidades e atitudes transversais, como a criatividade e a comunicação (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Tendo em conta esta perspetiva, no âmbito das unidades curriculares (UC) de Didática da Matemática I e de Didática das Ciências Físicas e Naturais I, do 2.º ano do curso de Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), os autores do artigo e docentes das UC anteriores elaboraram a proposta de trabalho “Origami STEAM” e lecionaram-na em co-docência. Embora o acrónimo

STEAM contemple também as humanidades (NASEM, 2018), na proposta de trabalho “Origami STEAM” a letra A visa de modo particular artes, com a técnica do origami, que se articula com as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Esta técnica de dobragem de papel com origem no Japão foi contextualizada, tendo sido explorados diversos exemplos da sua aplicação. O foco deste artigo é a percepção de futuras professoras de Matemática e Ciências Naturais no 2.º CEB relativamente às relações entre as áreas STEAM. Para tal, será descrito o trabalho realizado em algumas tarefas da proposta “Origami STEAM” e serão identificadas as ideias que as futuras professoras expressaram sobre o modo como as áreas STEAM se podem relacionar.

1. Educação STEAM na formação de professores

A educação STEAM implica que duas ou mais disciplinas que constituem as áreas STEAM estão integradas ou relacionadas no ensino-aprendizagem (Kim et al., 2019). Segundo Kim et al., (2019), a educação STEAM é considerada como uma ferramenta educacional abrangente que pode envolver também o desenvolvimento de capacidades e atitudes emocionais dos alunos, para além de conhecimentos das próprias disciplinas. Contudo, a educação STEAM pode apresen-

tar alguns vários constrangimentos na sua concretização. Por exemplo, um obstáculo apresentado pelos professores de todos os níveis de ensino que participaram no estudo de Kim e Lee (2018), para a concretização da reestruturação dos currículos, é a sua falta de experiência e conhecimentos suficientes sobre a educação STEAM. Uma forma de obviar essa dificuldade, é concretizar a integração em temas de conteúdo ou através de práticas disciplinares (Brown & Bogiages, 2019) na formação de professores. Na mesma linha de pensamento, Ng (2019) refere que a abordagem STEM na formação de professores necessita de focar-se em temas interdisciplinares e abordagens pedagógicas que relacionam um espectro mais alargado de conteúdos, metodologias e práticas. No caso dos professores em serviço, o estudo realizado por Widjaja et al. (2019) mostrou que a implementação de uma abordagem de formação contínua com um carácter STEM fez com que pensassem mais profundamente em como integrar conhecimentos e conteúdos interdisciplinares no seu ensino. No que diz respeito aos professores em formação inicial, An (2017) também sugere que deve contemplar abordagens interdisciplinares que visem conexões entre diferentes áreas, de modo a se formarem professores e educadores ca-

pazes de, na sua prática futura “identificar, escolher e adaptar oportunidades de exploração interdisciplinar que permitam realizar tarefas estruturadas em que os alunos aplicam processo de pensamento de alto nível (p.e. análise, síntese e avaliação)” (p. 247).

A abordagem interdisciplinar na formação de professores traz várias vantagens, como mostram vários estudos. Por exemplo, o estudo realizado por DeLuca et al. (2015) sugere que uma abordagem curricular integrada contribuiu para que desenvolvessem conceções mais abrangentes sobre integração, identificassem mais oportunidades de relações interdisciplinares e valorizassem mais a pedagogia. No mesmo sentido, Kim e Bolger (2017) mostraram que os professores em formação inicial identificaram vários aspetos positivos decorrentes de terem planificado aulas com a abordagem STEAM, em unidades curriculares de didática, e aumentaram a confiança nas suas capacidades de ensino. Tendo em conta o contributo positivo da abordagem interdisciplinar na formação de professores, é, portanto, necessário que se contrariem perspetivas de formação que separam as disciplinas, nomeadamente de matemática e de ciências, devendo ser promovidas práticas pedagógicas interdisciplinares relevantes (An, 2017). Note-se que, de acordo com Berlin e White (2012), para a integração ser

efetiva, os cursos de formação de professores devem promover a compreensão profunda do conteúdo das diferentes áreas STEM e aplicar estratégias de colaboração e de trabalho em equipa para que o ensino com uma abordagem integrada seja mais eficiente e menos difícil de implementar. Também o estudo desenvolvido por Kim e Lee (2018) identifica a colaboração com os professores das diferentes áreas como um fator importante para se conseguir realizar a adequada reestruturação do currículo para a concretização da educação STEAM. Contudo, nos níveis de ensino intermédios e secundários, os professores encontraram dificuldades em estabelecer ligações e colaborar com os professores de outras disciplinas. Também Kim et al. (2019) evidenciam alguns constrangimentos para uma abordagem STEAM na escola, tais como a falta de tempo para preparação e recursos educativos. De facto, Brown e Bogiages (2019) salientam que criar tarefas integradas é um grande desafio e requer mais tempo de trabalho do professor do que a criação de tarefas específicas para um conteúdo.

De modo particular, é importante que na formação de professores se procure identificar elementos de integração da matemática e das ciências. Por exemplo, Hollenbeck (2007) refere que a matemática que os alunos utilizam para resolver questões de ciência deve a que aprendem

no seu percurso educativo e as conexões entre as ciências e a matemática devem reforçar as novas aprendizagens e atribuir-lhes significado.

2. Oportunidades de interdisciplinaridade usando origami

O origami consiste na arte japonesa de dobrar papel. Através do origami podem-se explorar muitas relações matemáticas e melhorar a comunicação matemática, fazendo surgir vocabulário específico da Matemática (Rafael, 2011). Vários estudos apontam para o seu contributo específico para a aprendizagem de conceitos de geometria (Kögce, 2020). Contudo, a exploração do papel desdobrado ou das formas construídas podem permitir a exploração de ideais matemáticas também no âmbito dos Números. Além disso, o origami favorece a concentração, melhora a coordenação motora e promove a perseverança. O origami apresenta, também, oportunidades de interdisciplinaridade com outras áreas STEAM, como se evidencia na proposta de trabalho “Origami STEAM”.

2.1. Contexto da proposta de trabalho “Origami STEAM”

A proposta de trabalho “Origami STEAM” propõe a criação de diversos modelos usando a técnica do origami. Esses modelos são constru-

idos a partir de uma única folha de papel. Também podem ser construídos a partir de origami modular, neste caso resultando de vários módulos, cada um criado a partir de uma única folha de papel. Esses módulos agrupam-se para a construção de outra figura, sem o auxílio de cola ou tesoura. Através do uso do origami, pretende-se que as futuras professoras compreendam melhor como os princípios do origami também se encontram na natureza. Em vários organismos, como determinados insetos, é possível observar a expressão desses princípios para a dobragem de estruturas da sua anatomia, como asas. Outros organismos, como os morcegos, também dobram e desdobram as suas membranas alares de um modo específico, o que lhes traz vantagens quando estão a repousar ou a voar. Alguns dos princípios do origami também foram transpostos para a exploração espacial, no desenvolvimento de equipamentos capazes de serem transportados em espaços limitados de veículos espaciais. Esses equipamentos, uma vez libertados no espaço, desdobram-se ocupando superfícies grandes.

2.2. Organização da proposta de trabalho “Origami STEAM”

A proposta de trabalho “Origami STEAM” visou uma abordagem interdisciplinar, sendo uma via para fazer emergir as áreas STEAM,

como apontam Perignat e Katz-Buonincontro (2019). Estiveram envolvidas as UC de Didática da Matemática I e de Didática das Ciências Físicas e Naturais I, tendo a planificação, construção de guião, lecionação e reflexão pós-aulas resultado do trabalho colaborativo entre os docentes. A literatura tem mostrado que os professores em formação inicial normalmente não experienciam aulas de didática lecionadas em colaboração por equipas de docentes (p.e. Mason, 1996; Koirala & Bowman, 2003), pelo que nesta abordagem as futuras professoras realizaram as diferentes tarefas desse guião em aulas de cada uma das UC, lecionadas em co-docência. Branco et al. (2019) destacam a importância de lecionação conjunta por docentes das duas áreas na sala de aula porque, assim, cada um pode contribuir para a discussão do conteúdo específico e promover uma melhor integração das duas áreas. O quadro 1 resume a sequência didática da proposta de trabalho, a qual foi organizada num guião.

Quadro 1. Sequência didática da proposta de trabalho “Origami STEAM”.

Tarefas	Etapas
Tarefa 1: A geometria do Origami	Construir um origami modular. Cada módulo tem de ser construído a partir de uma folha de papel quadrangular. Conectar os módulos para construir outra figura, sem o auxílio de cola ou tesoura. Estudar a geometria desse módulo e da construção modular.

Tarefa 2: A dobra de Miura	Construir um origami com a técnica da dobra de Miura: dobragem de papel na qual é possível obter uma estrutura plana quando se puxam os cantos opostos da folha dobrada ao mesmo tempo. Analisar as características do origami.
Tarefa 3: O origami e os morcegos	Usar os princípios do origami para construir um morcego em papel. Analisar as vantagens do dobramento e do desdobramento das membranas alares para os morcegos.
Tarefa 4: O origami, a natureza e a exploração espacial	Analisar alguns exemplos de como a natureza e a matemática inspiram a engenharia e a tecnologia usadas na exploração espacial. Construir modelos de origami de equipamento tecnológico que é usado na exploração espacial.

O guião é constituído por diversos recursos que foram consultados pelas futuras professoras para dar resposta a questões específicas sobre a temática em foco, instruções para construção de origami em cada uma das tarefas e perguntas para análise de situações que envolvem um trabalho de natureza prático, nomeadamente a partir do origami.

3. Metodologia de investigação

Este estudo segue uma abordagem qualitativa, com cunho descritivo e interpretativo (Erickson, 1986). Os participantes do estudo foram cinco futuras professoras que estavam a frequentar o 2.º ano do curso

de Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico. De modo a assegurar o anonimato, as futuras professoras são identificadas de FP1 a FP5.

As futuras professoras realizaram a proposta didática “Origami STEAM” em aulas ministradas pelos dois autores do artigo, uma professora de Didática da Matemática e um professor de Didática das Ciências. Os dados do trabalho das futuras professoras nessas aulas foram recolhidos por meio de observação participante dos docentes de didática, apoiada por registos fotográficos e vídeo. Também se recolheram os documentos produzidos pelas futuras professoras na realização das diversas tarefas que integram a proposta de trabalho. Os dados foram também recolhidos por meio de um inquérito por questionário (Q) realizado após a dinamização da proposta de trabalho, através de uma questão aberta. Essa questão visou recolher ideias das futuras professoras sobre como se podem relacionar as áreas STEAM. A análise dos dados centra-se: a) no trabalho desenvolvido ao longo da proposta didática, permitindo descrevê-lo e apresentar evidências do pensamento das participantes, e b) na análise de conteúdo indutiva das respostas à questão aberta de modo a identificar a perceção das futuras professoras sobre as relações entre as áreas STEAM.

4. Resultados

Os resultados apresentados centram-se em duas situações de aprendizagem que decorrem das tarefas 2 e 4, evidenciando-se o trabalho das futuras professoras. São também apresentados nesta secção as ideias das futuras professoras sobre as relações entre as áreas STEAM.

4.1. Dobra de Miura

Esta técnica de dobragem permite obter uma superfície com uma área superior à da parte que se obtém quando está dobrado. Isso facilita o transporte de grandes superfícies porque passam a ocupar um espaço mais pequeno. A dobra de Miura alterna entre dobras de montanha e dobras de vale.

A proposta didática integra um guião com todas as instruções para criarem as dobragens apresentadas na figura 1, de modo a obterem a dobra de Miura representada na figura 2. As instruções podem também ser seguidas por vídeo (Branco & Cavadas, 2023).

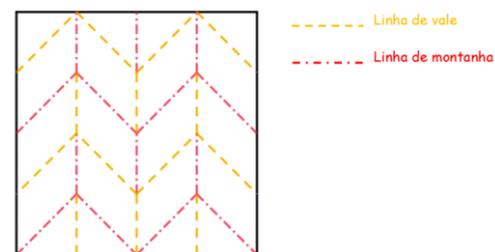


Fig. 1. Esquema dos tipos de dobras da dobra de Miura.



Fig. 2. Dobra de Miura numa folha de papel quadrangular.

As futuras professoras analisaram o esquema dado (Figura 1), as dobras em vale e as dobras em montanha no origami construído (Figura 2) e descreveram características e relações que identificaram. Verificou-se também a utilização de vocabulário específico associado ao origami. Por exemplo, descreveram regularidades na disposição das dobras em vale e das dobras em montanha, verificando a alternância entre o tipo de dobra, como exemplifica a resposta da FP1:

Ao observarmos a figura, com as linhas na horizontal verifica-se que: i) uma linha de dobra em vale intercala com uma linha de dobra em montanha; ii) uma linha horizontal em montanha parte sempre uma linha vertical em montanha; iii) uma dobra horizontal em vale parte sempre uma dobra em vale na vertical. (FP1)

Também verificaram que o número de dobras que se encontram num

ponto, não localizado no limite do papel, é sempre par (Figura 4) e que a diferença entre as dobras de cada tipo que chegam a um ponto, não localizado no limite do papel, é sempre de 2 (Figura 5).

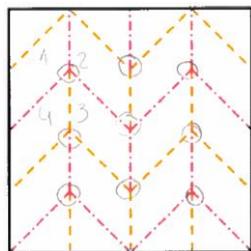


Fig. 4. Registo dos pontos onde se encontra um número par de dobras (Registo da FP1).

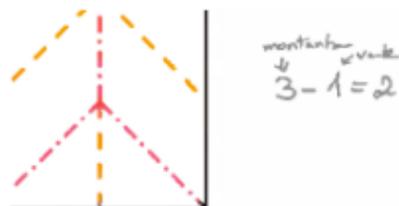


Fig. 5. Exemplo da diferença entre os dois tipos de dobra que se encontram num ponto (Registo da FP3).

Verificaram ainda relações entre as amplitudes dos ângulos formados pelas linhas que se encontram num ponto (Figura 6), evidenciando-se a existência de ângulos suplementares:

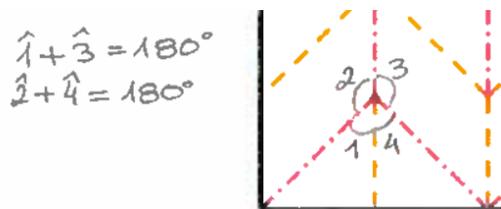


Fig. 6. Relações entre as amplitudes dos ângulos formados pelas linhas que se encontram num ponto (Registo da FP3).

Considerando os objetivos previstos nas aprendizagens essenciais para o 2.º ciclo de matemática, na discussão da tarefa 1 emergiu a relação que existe entre as medidas da área das partes em que fica dividida a folha de papel, como exemplificam as figuras 7 e 8, destacando-se o significado de parte-todo do número racional e relações entre números racionais, na representação em forma de fração.

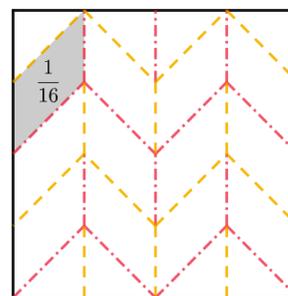


Fig. 7. Representação de uma parte correspondente a 1/16 da folha.

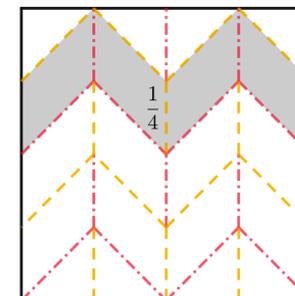


Fig. 8. Representação de uma parte correspondente a 1/4 da folha.

O conhecimento sobre a dobra de Miura desenvolvido nesta parte é importante para a compreensão de tarefas seguintes porque a técnica desta dobra é utilizada, por exemplo, em projetos de engenharia espacial.

4.2. Princípio do origami, a natureza e exploração espacial

Nesta tarefa é proposto que observem os princípios do origami na tesourinha ou bicha-cadela. A tesourinha tem muitas dobras nas suas asas, mas utiliza o mínimo de energia para as desdobrar. As asas da tesourinha conseguem desdobrar-se e dobrar-se 10 vezes, com poucos movimentos dos músculos, assemelhando-se a um origami (ver ETH Zürich, 2018). Quando questionadas sobre as vantagens adaptativas das dobras das asas da tesourinha, todas as futuras professoras elencaram o reduzido espaço que ocupam após a dobragem e o baixo consumo de energia para abrir e fechar as asas, fazendo emergir relações entre a forma do corpo desses animais com o meio em que vivem, uma aprendizagem essencial do 2.º ciclo de Ciências Naturais. Para além disso, relacionaram as asas da tesourinha com a dobra de Miura, como expressa a resposta de FP2: “Aplica-se aqui o princípio de Miura – Dobragens em montanha e vale alternadamente”. Identificaram que esta técnica foi mobilizada por investigadores e engenheiros que trabalham em exploração espacial porque possibilita um baixo consumo de energia ao dobrar e desdobrar equipamentos espaciais. Adicionalmente, a redução de espaço que a dobragem proporciona nos equipamentos face ao seu tamanho quando desdobrados, facilita o seu armazenamento e transporte. Identificaram, assim, várias conexões entre

os princípios do origami, a engenharia e na exploração espacial (Figura 9):

Os investigadores pretendem construir máquinas que se passam armazenar ocupando a menor área possível e que ao abrirem gastem a menor energia possível.

Fig. 9. Razões identificadas por FP4.

Em particular, as futuras professoras analisaram o modo de funcionamento de um equipamento designado *Starshade* (sombra de estrelas) (Seeker, 2018), cujo objetivo é bloquear a luz solar, de modo a facilitar a observação do espaço, por telescópios. Para tal, usaram instruções de dobragem elaboradas pela NASA (s.d) e criaram modelos de um *Starshade* (Figuras 10 e 11).

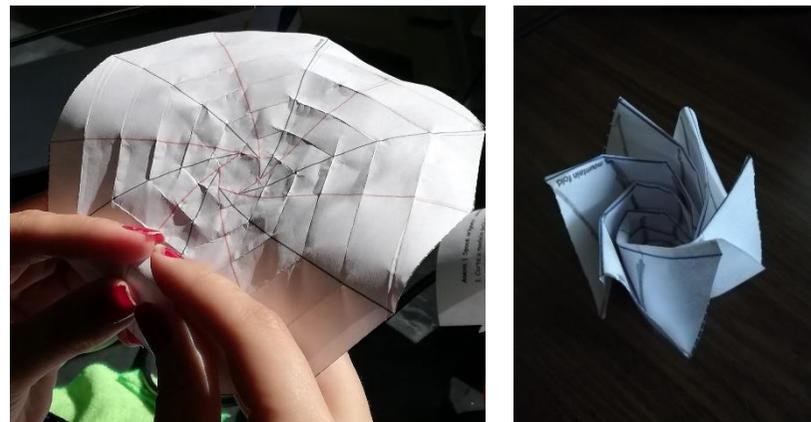


Fig. 10. Processo de dobragem da sombra de estrelas a partir do molde (FP4). Fig. 11. Sombra de estrelas não desdobrada (FP4).

As futuras professoras verificaram que, tal como acontecia com a dobra de Miura e com as asas do inseto designado tesourinha, o modelo que construíram da sombra de estrelas em origami dobra-se e desdobra-se sem esforço. Apenas é necessário puxar duas pontas opostas da folha para o desdobrar na totalidade e facilmente volta a dobrar-se. Por outro lado, constataram que ocupa um espaço reduzido quando dobrado em comparação com a sua superfície quando está aberto, o que facilita o transporte deste equipamento até ao espaço.

4.3. Relações nas áreas STEAM

Na pergunta aberta sobre o modo como as áreas STEAM se podem relacionar entre si, as futuras professoras apresentaram ideias que expressam o seu pensamento usando expressões como “produtos únicos”, “evolução”, “tecnologia mais avançada”, “operacionalização”, “construir”, “criar”, “podem ser potenciadas”, tal como se evidenciam as seguintes respostas ao questionário:

“(…) podem relacionar-se entre si culminando os seus conhecimentos em diversos produtos únicos, ao quais contribuem para a nossa evolução”. (Q-FP1)

“Apoiando-se na matemática, por exemplo nos princípios do origami, a engenharia pode criar tecnologia mais avançada. Por exemplo, tecnologia que se dobre e ocupe menor área. Esta tecnologia poderá servir para o campo das ciências, por exemplo: criar painéis solares que durante o dia abram e à noite fechem para permitir às aves noturnas realizar voos seguros (…)” (Q-FP4)

“(…) podem estar interligadas e depender umas das outras em diversos casos . . . Se forem exploradas em simultâneo, podem ser potenciadas, sendo que uma área pode servir de apoio para outra” (Q-FP5)

Para além das ideias anteriores, as futuras professoras apresentaram ainda outros exemplos que consideraram ter potencial para relacionar as áreas STEAM: Indústria automóvel; Construção e lançamento de satélites; Computadores; Construções de estruturas e edifícios; Estudo da anatomia de animais; Painéis solares.

Conclusão

A concretização das tarefas da proposta de trabalho “Origami STEAM” em aulas de didática interdisciplinares na formação inicial de professores reforçou a ideia apresentada por diversos investigadores (p.e. Branco et al., 2019; Mason, 1996; Koirala & Bowman, 2003) de que esse contexto favorece a perceção dos futuros professores de

diversas situações em que as áreas STEAM estão envolvidas. Além disso, apresenta um contexto que potencia a articulação de conceitos das diferentes áreas STEAM, favorecendo a sua aprendizagem e o desenvolvimento de capacidades transversais. Em particular, o origami evidenciou constituir-se como um objeto pertinente de integração entre as áreas STEAM, em contexto de formação inicial de professores, proporcionando às futuras professoras compreensão de oportunidades de relação entre as áreas STEAM. O origami permitiu aliar a arte à representação de situações que fizeram emergir conceitos e relações envolvendo números racionais, propriedades geométricas e características de animais. Foi notório que durante o trabalho realizado, ocorreram situações em que as futuras professoras mobilizaram o seu espírito crítico e capacidade comunicação para a resolução das tarefas propostas.

Espera-se que a vivência deste trabalho interdisciplinar possa mobilizar as futuras professoras para a concretização eficaz da abordagem STEAM na sua prática futura. Pretende-se que desenvolvam confiança para uma gestão curricular necessária para a concretização da educação STEAM e para criem/adaptarem tarefas nesse âmbito, as quais, segundo An (2017), devem resultar da identificação, escolha e

adaptação de oportunidades de exploração interdisciplinar, nas quais os alunos possam desenvolver competências diversificadas.

Referências

- An, S. A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: the case of elementary mathematics-science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49, 237-248. <http://doi.org/10.1007/S11858-016-0821-9>
- Berlin, D., & White, A. L. (2012). A longitudinal look at attitudes and perceptions related to the integration of mathematics, science and technology education. *School Science and Mathematics*, 112, 20-30. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00111.x>
- Brown, R. E., & Bogiages, C. A. (2019). Professional development through STEM integration: How early career math and science teachers respond to experiencing integrated STEM tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 111-128. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9863-x>
- Branco, N., & Cavadas, B. (2023, fevereiro 26). *Origami Miura* [Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=aiGIFpm3zQs>
- Branco, N., Cavadas, B., & Linhares, E. (2019). Explorar matemática através das pegadas de animais. *Educação e Matemática*, 154, 35-40.
- DeLuca, C., Ogden, H., & Pero, E. (2015). Reconceptualising elementary preservice teacher education: Examining an integrated-curriculum approach. *The New Educator*, 11(3), 227-250. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2014.960986>
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 119-161). Macmillan.
- ETH Zürich (2018, março 23). *Earwigs and the art of origami* [Video].

- YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=oNQ_nn3VLiY
- Hollenbeck, J. E. (2007). Integration of mathematics and science: doing it correctly for once. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 1(1), 77-81. <http://bjsep.org/getfile.php?id=34>
- Kim, D., & Bolger, M. (2017). Analysis of Korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587-605. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9709-3>
- Kim, S.-W., & Lee, Y. (2018). An investigation of Teachers' Perception on STEAM Education Teachers' Training Program according to School Level. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(9), 256-264. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.01076.8>
- Kim, M. K., Lee, J. Y., Yang, H., Lee, J., Jang, J. N., & Kim, S. J. (2019). Analysis of elementary school teachers' perceptions of mathematics-focused STEAM education in Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), 1-13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108482>
- Kögce, D. (2020). Use of Origami in Mathematics Teaching: An Exemplary Activity. *Asian Journal of Education and Training*, 6(2), 284-296. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2020.62.284.296>
- Koirala, H. P., & Bowman, J. K. (2003). Preparing middle level preservice teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School Science and Mathematics*, 103(3), 145-154. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18231.x>
- Mason, T. C. (1996). Integrated curriculum: potential and problems. *Journal of Teacher Education*, 47(4), 263-270. <https://doi.org/10.1177/0022487196474004>
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569. <https://www.icasonline.net/sei/december2016/p4.pdf>
- NASA. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology (s.d). *Space origami: Make your own starshade*. <https://www.jpl.nasa.gov/edu/learn/project/space-origami-make-your-own-starshade/>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM) (2018). *The Integration of the Humanities and Arts with Sciences, Engineering, and Medicine in higher education: Branches from the same tree*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24988>
- Ng, B. S. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century. Current and Critical Issues in Curriculum, Learning and Assessment*, 30. UNESCO.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187118302190?via%3Dihub>
- Rafael, I. (2011). Origami. *Educação e Matemática*, 114, 16-22.
- Seeker (2018, março 25). *Como engenheiros da NASA usam Origami para projetar naves espaciais futuras* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ly3hMBD4h5E>
- Widjaja, W., Hubber, P., & Aranda, G. (2019). Potential and challenges in integrating science and mathematics in the classroom through real-world problems: A case of implementing an interdisciplinary approach to STEM. In Y.-S. Hsu & Y.-F. Yeh (Eds), *Asia-Pacific STEM teaching practices* (pp. 157-171). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0768-7_10

Notas Biográficas

Neusa Branco é Professora Adjunta na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém. Licenciada em Ensino da Matemática e mestre em Educação-Didática da Matemática pela FCIências-ULisboa e doutora em Educação-Didática da Matemática pelo Instituto de Educação da ULisboa. É subcoordenadora do Mestrado em Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º CEB (desde 2013) e coordenadora do Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciência Naturais no 2.º CEB (desde 2022). Tem participado em projetos de investigação em Educação Matemática (Projecto IMLNA Promover a Aprendizagem Matemática em Números e Álgebra, Projeto P3M - Práticas Profissionais dos Professores de Matemática), e de cooperação internacional ERASMUS+ (ITELab, HanguingOUT, TAP-Teaching Sustainability). Tem como principais interesses de investigação o ensino-aprendizagem da Álgebra, Didática da Matemática, Formação inicial de professores, Integração das ciências e da matemática; conexões matemáticas e pensamento computacional.

Bento Cavadas é Professor Adjunto na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, na qual co coordena o Mestrado em Ensino do 1.º CEB e de Matemática e Ciência Naturais no 2.º CEB (desde 2022). Investigador integrado do CeIED, da Universidade Lusófona. É autor de livros de apoio escolar nas áreas de Estudo do Meio, Ciências da Natureza, Ciências Naturais e Biologia/Geologia. Os seus interesses de investigação são nas áreas da didática das ciências, formação de professores, manuais escolares e integração das ciências e da matemática. Possui publicações científicas na área da didática das ciências, com especial incidência em práticas interdisciplinares. Integra a equipa do CreativeLab_Sci&Math® (http://w3.esse.ipsantarém.pt/eseinv/creative_lab/). Participou em projetos sobre o ensino da evolução (EuroScitizen) e sobre o ensino da sustentabilidade (TAP-TS).