

# “SIM, NÓS SOMOS CAPAZES!”: UMA PROPOSTA PARA FORTALECER A AUTOEFICÁCIA STEM NA FORMAÇÃO DOCENTE

Teresa Ribeirinha

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém; CIEQV  
Teresa.Ribeirinha@ese.ipsantarem.pt

Marisa Correia

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém; CIEQV  
Marisa.Correia@ese.ipsantarem.pt

## Resumo

As políticas educativas reforçam consistentemente a importância de preparar os futuros professores com a confiança e a competência necessárias para lecionar, de forma eficaz, conteúdos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Estudos anteriores sugerem que o sucesso destas iniciativas depende das crenças, conhecimentos e compreensão dos futuros professores relativamente ao ensino STEM. Mais especificamente, a autoeficácia no domínio STEM é determinante para a sua capacidade de enfrentarem os desafios associados ao planeamento e à implementação de atividades STEM. O presente estudo visa compreender a evolução da autoeficácia dos futuros professores no ensino integrado STEM durante a sua participação num programa de formação semestral, desenvolvido na unidade curricular de Introdução à Didática do Estudo do Meio. A metodologia adotada foi de carácter misto, envolvendo um total de 27 estudantes do terceiro ano da licenciatura em Educação Básica. A recolha de dados quantitativos foi efetuada através do questionário de crenças de autoeficácia para o ensino STEM, aplicado antes e após o programa de formação. Os dados qualitativos foram obtidos a partir das reflexões finais dos estudantes após a participação no programa de formação. Os resultados sugerem que o programa teve um impacto positivo nas crenças de autoeficácia dos estudantes relativamente ao ensino STEM. Como fatores fundamentais destacam-se a orientação por parte dos docentes, a colaboração entre pares e o feedback construtivo, que contribuíram significativamente para o reforço da confiança e da compreensão dos estudantes no planeamento de atividades STEM. No entanto, as oportunidades limitadas de aplicação prática das atividades planificadas dificultaram a possibilidade dos estudantes refletirem sobre as mesmas de forma crítica e ajustarem as suas práticas com base na experiência real. Os programas de formação STEM devem privilegiar oportunidades que permitam aos futuros professores implementar e refletir sobre as atividades planificadas. Além disso, é fundamental que incluam experiências diversificadas que envolvam a observação de modelos pedagógicos eficazes, momentos de reflexão orientada e feedback construtivo ao longo do processo de formação. Abordar estas múltiplas fontes de autoeficácia de forma holística e intencional é essencial para fortalecer a confiança e a competência dos futuros professores, preparando-os para enfrentarem os desafios do ensino integrado de STEM

*Palavras-chave:* autoeficácia, educação STEM, formação de professores

## Introdução

A educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) é amplamente reconhecida como a base para o desenvolvimento, a produtividade, a competitividade económica e a prosperidade social dos países (Le et al., 2023). Nesse sentido, é importante proporcionar aos alunos uma formação sólida em STEM que os prepare para as carreiras do século XXI e os ensine a aplicar o conhecimento científico para resolver problemas relevantes do seu quotidiano (Kelley & Knowles, 2016). Os objetivos da educação STEM incluem o desenvolvimento da literacia STEM, o fomento de competências do século XXI, a preparação dos alunos para o mercado de trabalho STEM, a promoção de ligações interdisciplinares e o cultivo do interesse e da participação (Honey et al., 2014).

Em vários países, as atuais reformas educativas têm promovido a adoção de abordagens de ensino integradas, frequentemente designadas por educação STEM integrada (Dare et al., 2021; Thibaut et al., 2018). No entanto, a aplicação de práticas interdisciplinares no âmbito da educação STEM continua a ser um desafio significativo, dado que a natureza integrada deste currículo entra frequentemente em conflito com as estruturas e práticas pedagógicas tradicionais das escolas. Além da estrutura curricular, a fraca compreensão da educação STEM por parte dos educadores (Ring et al., 2017), as lacunas nos conhecimentos de ciências e matemática (Honey et al., 2014) e as limitações temporais e curriculares (Isabelle, 2017), constituem outros desafios. A existência de diversas conceptualizações da abordagem STEM integrada pode também dificultar o trabalho dos professores na conceção e implementação eficazes de currículos STEM integrados (Shernoff et al., 2017). O presente estudo baseia-se no conceito de educação STEM integrada definido por Kelley e Knowles (2016), que a descrevem como uma abordagem que envolve dois ou mais domínios STEM interligados por meio de práticas STEM, inseridos num contexto autêntico, com o objetivo de estabelecer conexões entre as disciplinas e potenciar a aprendizagem dos alunos.

Apesar destes desafios multifacetados, as políticas nacionais e internacionais continuam a incentivar os professores a promover a educação STEM (English, 2016). O sucesso destas iniciativas depende das crenças, dos conhecimentos e da compreensão que os professores têm sobre a educação STEM (McMullin & Reeve, 2014). Entre estes fatores, destacam-se as crenças de autoeficácia dos professores, pois influenciam significativamente o seu desempenho nas tarefas e as suas expectativas de sucesso na implementação de práticas pedagógicas inovadoras (Bandura, 1977). Segundo este autor (1977, 1986), a autoeficácia dos professores pode ser

conceptualizada como um construto bidimensional que integra a eficácia pessoal e a expectativa de resultados. A eficácia pessoal refere-se à confiança na obtenção de um determinado nível de desempenho e inclui as crenças dos professores na sua capacidade de ensinarem eficazmente. A expectativa de resultados relaciona-se com os julgamentos sobre as prováveis consequências de comportamentos específicos e está associada aos resultados dos alunos decorrentes do seu ensino.

A implementação eficaz da educação STEM depende, portanto, dos programas de formação de professores, que são fundamentais para capacitar os futuros docentes a adotarem confiantemente este tipo de práticas pedagógicas (Kiazai et al., 2020; Wu et al., 2024). Os estudos sobre o impacto da educação STEM na autoeficácia dos futuros professores (FP) e têm consistentemente demonstrado que o envolvimento neste tipo de educação aumenta a sua autoeficácia, conferindo-lhes maior confiança e melhorando a sua capacidade de lecionar STEM (Dökme & Koyunlu Ünlü, 2023; Johnson et al., 2021; Wu et al., 2024). Os resultados desses estudos indicam que as experiências de domínio, incluindo a experiência direta de ensino, constitui uma fonte particularmente influente de autoeficácia. Segundo Bandura (1977, 1986), as experiências de domínio, que envolvem a execução bem-sucedida de tarefas, funcionam como um catalisador crucial para a transformação psicológica. Estas experiências não só influenciam o início de novos comportamentos, como também a sua persistência. No entanto, Bandura (1977, 1986) identifica outras fontes de autoeficácia, nomeadamente as experiências vicárias, a persuasão verbal e os estados emocionais e fisiológicos. As experiências vicárias ocorrem quando os indivíduos observam outras pessoas a realizar tarefas com sucesso, o que lhes permite formar crenças sobre a sua própria capacidade de realizar esses comportamentos. De forma semelhante, a persuasão verbal refere-se ao feedback positivo ou negativo recebido de pares, colegas ou do ambiente em relação às capacidades e ao desempenho da pessoa, influenciando significativamente a confiança nas suas capacidades (Bandura, 1977). Os estados emocionais e fisiológicos também afetam a autoeficácia, uma vez que influenciam a percepção que o indivíduo tem da sua competência. Uma excitação emocional positiva durante um evento de aprendizagem pode aumentar a autoeficácia, ao passo que estados negativos, como o stress, a ansiedade ou a preocupação, podem prejudicá-la.

Nesse sentido, dar resposta à necessidade urgente de professores STEM altamente qualificados implica proporcionar aos FP oportunidades para conceber e aplicar atividades STEM interdisciplinares no âmbito da sua formação inicial, permitindo-lhes mobilizar diferentes fontes de

autoeficácia ao longo do processo formativo (Fenton & Essler-Petty, 2019). No entanto, ainda existe uma compreensão limitada sobre os processos através dos quais a autoeficácia dos FP para o ensino STEM integrado é desenvolvida durante os respetivos programas de formação (Menon et al., 2023). O presente estudo visa colmatar esta lacuna, investigando como a autoeficácia dos FP para o ensino STEM integrado evoluiu durante a sua participação num programa STEM ao longo de um semestre. Compreender como os programas de formação de professores influenciam a autoeficácia no ensino STEM pode orientar o desenvolvimento de iniciativas formativas eficazes, promovendo a implementação da educação STEM integrada.

### **Método**

O estudo adotou um desenho metodológico misto (Creswell, 2012), integrando dados quantitativos e qualitativos numa abordagem complementar. Os dados quantitativos permitiram analisar a evolução das crenças de autoeficácia no ensino STEM por parte FP, enquanto os dados qualitativos exploraram as suas experiências ao longo do programa de formação.

### **Participantes**

Este estudo contou com a participação de 27 FP, inscritos no terceiro ano do curso de licenciatura em Educação Básica, de uma instituição de ensino superior portuguesa. A amostra do estudo era exclusivamente feminina, com uma idade média de 21.6 anos (DP = 1.82) e sem qualquer experiência de ensino. A participação no estudo foi voluntária, sendo que os participantes podiam desistir a qualquer momento.

### **Materiais**

A fim de avaliar as crenças de autoeficácia no ensino de STEM dos FP, foi adaptado o instrumento *Science Teaching Efficacy Belief Instrument-Preservice* (STEBI-B) (Riggs & Enochs, 1990). No sentido de alinhar o instrumento com os propósitos do estudo, os itens foram revistos substituindo a palavra "Ciência" por "STEM", procedimento já realizado em estudos anteriores (e.g., Fenton & Essler-Petty, 2019). O STEBI-B é composto por 23 itens, avaliados numa escala de Likert de 5 pontos, que varia entre "discordo totalmente" e "concordo totalmente". O instrumento está dividido em duas subescalas: *Personal STEM Teaching Efficacy* (PSTE), com 13 itens, que avalia as crenças dos indivíduos sobre a sua capacidade para ensinar STEM; e *STEM Teaching Outcome Expectancy* (STOE), com 10 itens, que avalia as expectativas quanto ao impacto

do ensino STEM nos resultados dos alunos do ensino básico. A fiabilidade do STEBI-B foi considerada satisfatória ( $\alpha$  de Cronbach = 0,80), bem como nas suas duas subescalas ( $\alpha$  de Cronbach (PSTE) = 0,79;  $\alpha$  de Cronbach (STOE) = 0,86).

### **Procedimento**

Ao longo das 12 semanas da unidade curricular de Introdução à Didática do Estudo do Meio, os FP exploraram diversos tópicos relacionados com o ensino das Ciências e com a abordagem STEM. Em todas as aulas, os FP colaboraram em grupos auto-selecionados de três ou quatro elementos. A formação foi orientada pelos cinco princípios fundamentais do modelo de educação STEM integrada proposto por Thibaut et al. (2018): a integração dos conteúdos STEM, a aprendizagem centrada na resolução de problemas, a aprendizagem baseada na investigação, a aprendizagem baseada no design e o trabalho cooperativo. Numa fase inicial do programa, os FP participaram em diversas atividades STEM, analisaram as práticas pedagógicas subjacentes e avaliaram materiais didáticos. Posteriormente, desenvolveram planificações STEM, partilharam e aperfeiçoaram ideias através da apresentação das suas planificações e refletiram sobre as oportunidades e os desafios da implementação de uma abordagem STEM integrada.

As crenças de autoeficácia no ensino STEM foram avaliadas através da aplicação do questionário aos FP, no início da unidade curricular (setembro de 2023) e após a sua conclusão (janeiro de 2024). O questionário foi aplicado presencialmente, mas em suporte online (Microsoft Forms®). Antes da sua aplicação, foi fornecido aos FP uma breve descrição do objetivo do estudo e foi preenchido o termo de consentimento informado. O preenchimento do questionário teve a duração aproximada de 10 minutos.

### **Análise dos dados**

Os dados quantitativos foram analisados com o recurso ao software Jamovi® versão 2.2.5.0. A fiabilidade do questionário e das suas subescalas foi avaliada através do cálculo do alfa de Cronbach ( $\alpha$ ). A normalidade dos dados foi avaliada pela aplicação do teste de Shapiro-Wilk. Para analisar mudanças nas crenças de autoeficácia no ensino STEM dos FP entre o pré e o pós-teste foi utilizado o teste  $t$  medidas repetidas entre as médias de autoeficácia nos pré e pós-testes para o STEBI-B (total) e para as respetivas subescalas. Adicionalmente, foi calculado o tamanho do efeito através do coeficiente  $d$  de *Cohen*, permitindo avaliar a magnitude da alteração. As análises estatísticas foram realizadas com um nível de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ).

A análise de conteúdo das reflexões dos futuros professores seguiu um método misto dedutivo-indutivo, apoiando-se nas fontes de autoeficácia propostas por Bandura (1977, 1986) e na estrutura de quatro fases de (Bengtsson, 2016). O processo de codificação foi realizado de forma sistemática, destacando-se os comentários das estudantes e atribuindo-lhe códigos iniciais. Posteriormente, os dados foram categorizados com base no seu significado coletivo, reorganizando-se os códigos em categorias mais refinadas. As categorias resultantes foram então submetidas a um processo de reflexão e revisão pelos dois investigadores, de modo a garantir a precisão e relevância analítica.

## Resultados

### Crenças de autoeficácia dos futuros professores no ensino STEM

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para o STEBI-B (total) e para as suas subescalas (PSTE e STOE) antes e depois do programa de formação.

**Tabela 1**

*Análise descritiva do STEBI-B pré e pós-teste (N=27)*

STEBI-B	Subescala	Média	DP	Shapiro-Wilk	
				W	p
Pré-teste	PSTE	3.36	.49	.949	.207
	STOE	3.44	.66	.933	.083
	Total	3.39	.39	.975	.744
Pós-teste	PSTE	3.67	.64	.981	.894
	STOE	3.57	.44	.949	.198
	Total	3.63	.45	.931	.072

Para analisar as diferenças entre os resultados do questionário pré e pós-teste, foi utilizado o teste *t* para medidas repetidas (Tabela 2).

**Tabela 2***Resultados do teste t para medidas repetidas*

STEBI-B	Subescala	<i>t</i>	<i>p</i>	Tamanho do efeito
Pré-teste Pós-teste	PSTE	-2.368	.026	-.456
	STOE	-.868	.394	—
	Total	-2.905	.007	-.559

Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa na pontuação média do STEBI-B entre o pré-teste ( $M = 3.39$ ,  $DP = 0.39$ ) e o pós-teste ( $M = 3.63$ ,  $DP = .45$ );  $t_{(26)} = -2,90$ ;  $p = .007$ . As pontuações médias da subescala PSTE também demonstraram uma diferença estatisticamente significativa entre as fases de pré-teste ( $M = 3.36$ ,  $DP = .49$ ) e de pós-teste ( $M = 3.67$ ,  $DP = .64$ );  $t_{(26)} = -2.37$ ,  $p = .026$ . Estes resultados sugerem que os FP que participaram num programa STEM de um semestre apresentaram melhorias nas suas crenças de autoeficácia no ensino STEM, em particular no que respeita à sua eficácia pessoal. Para além da significância estatística, os tamanhos do efeito revelam um impacto moderado do programa, tanto no STEBI-B total ( $d = -.559$ ) como na subescala PSTE ( $d = -.456$ ).

### **Reflexões dos futuros professores**

A análise de conteúdo das reflexões dos FP permitiu identificar as seguintes categorias: *compreensão mais aprofundada das atividades STEM, exemplos inspiradores, apoio dos docentes, superação e expectativa de resultados*.

As experiências de domínio foram amplamente referidas nas reflexões dos FP, evidenciando a aquisição de competências fundamentais para a prática pedagógica de atividades STEM. Os momentos de validação com os docentes e os colegas não só aprofundaram a compreensão das atividades STEM, como também reforçaram a consciência da sua relevância no contexto educativo. Estes momentos parecem ter contribuído para fortalecer a confiança dos FP na sua capacidade de conceber e implementar trabalhos interdisciplinares desafiantes. As seguintes citações ilustram esta categoria de análise: "*Ao criar a planificação conseguimos compreender melhor o conceito de atividade STEM e as potencialidades desta abordagem no ensino.*" (FP1); "*Este trabalho permitiu-me adquirir novas aprendizagens, pois através deste aprendi a fazer e desenvolver um recurso educativo com base nas atividades STEM.*" (FP3).

A observação e a análise de exemplos práticos, o trabalho colaborativo e a orientação do docente emergiram como as principais fontes de aprendizagem vicária. Muitos FP referiram ter-se inspirado em atividades anteriores e nas interações com colegas e professores para ultrapassar obstáculos. Este apoio parece ter contribuído para o aumento da confiança dos FP nas suas capacidades ao longo do processo de planificação das atividades STEM. As seguintes citações ilustram esta categoria de análise: "*A atividade proposta, inspirada numa experiência no Pavilhão do Conhecimento, visa consciencializar os alunos sobre a importância da água e proporcionar-lhes uma experiência prática de reaproveitamento.*" (FP8); "*A inspiração veio de atividades vistas anteriormente e do apoio contínuo dos professores no fornecimento de orientações e materiais de suporte à nossa planificação.*" (FP2).

O apoio e o feedback positivo dos docentes foram frequentemente destacados como fatores que ajudaram os grupos a ultrapassar desafios e a manterem-se motivados. A persuasão verbal, proporcionada através de orientações e comentários encorajadores dos professores, parece ter desempenhado um papel central na construção da autoeficácia ao longo do processo. Este tipo de intervenção revelou ser particularmente relevante nos momentos de dúvida e dificuldade, pois permitiu aos FP superar barreiras emocionais e validar os esforços realizados. As seguintes citações ilustram esta categoria de análise: "*Os docentes ofereceram um suporte essencial para que avançássemos no trabalho.*" (FP5); "*Os docentes ajudaram-nos a pensar em como as nossas atividades estavam adaptadas ao nível de escolaridade.*" (FP12).

As reflexões dos FP evidenciam uma clara evolução dos seus estados emocionais ao longo do processo de planificação de uma atividade STEM. Inicialmente, os FP manifestaram sentimentos de ansiedade e incerteza, sobretudo devido à compreensão limitada do conceito de atividades STEM e à complexidade inerente à integração interdisciplinar. No entanto, estas dificuldades foram gradualmente superadas através do trabalho colaborativo e da orientação recebida ao longo do processo. No final, os grupos expressaram orgulho e satisfação pelo trabalho desenvolvido, acompanhados de uma autoconfiança acrescida, tanto em relação à aplicabilidade das atividades planificadas como à sua capacidade de enfrentar desafios futuros. As seguintes citações ilustram esta categoria de análise:

*"Tive dificuldades para compreender inicialmente o conceito de interdisciplinaridade. No entanto, consegui superar esse desafio e obter um produto final do qual me orgulho."* (FP17); "*Foi uma experiência desafiante e enriquecedora que fortaleceu a minha paixão pelo ensino.*" (FP19).

Os FP manifestaram uma expectativa positiva em relação aos resultados das atividades

STEM planeadas, sublinhando a importância da sua aplicação prática. Tal permitiria recolher feedback e efetuar ajustes contínuos, promovendo a melhoria progressiva da planificação e um alinhamento efetivo com os objetivos propostos. As seguintes citações ilustram esta categoria de análise: "*Senti que fiz um bom trabalho e me empenhei na realização do mesmo, mas há sempre aspetos que podemos melhorar, principalmente se tivéssemos a oportunidade de ver o seu resultado prático*" (FP2); "*Este trabalho foi bastante enriquecedor para o meu futuro profissional, achava benéfico ver se o mesmo resultaria como penso.*" (FP15).

### **Discussão**

O presente estudo teve como objetivo compreender como evoluem as crenças de autoeficácia dos FP no ensino integrado STEM, durante a sua participação num programa STEM, ao longo de um semestre letivo. Os resultados mostraram um aumento significativo das crenças de autoeficácia no ensino STEM ao comparar os dados do pré-teste com os do pós-teste. Este resultado sugere que os FP que participam num programa STEM de um semestre tendem a melhorar a sua autoeficácia no ensino STEM, nomeadamente a autoeficácia pessoal. Este resultado está em conformidade com os resultados de investigações anteriores que demonstraram que o envolvimento na educação STEM aumenta a autoeficácia dos futuros professores (Dökme & Koyunlu Ünlü, 2023; Johnson et al., 2021; Menon et al., 2023).

A análise das reflexões dos FP ajuda a compreender os fatores que contribuíram para a evolução das suas crenças de autoeficácia no ensino STEM. As suas reflexões evidenciam que, aquando da planificação de uma atividade STEM, experienciaram sentimentos de ansiedade e dúvida relacionados com a sua compreensão limitada destas atividades e com a complexidade inerente à integração interdisciplinar. Embora, na primeira fase do programa de formação STEM, os FP tenham realizado uma análise detalhada de várias atividades STEM, examinando as respetivas práticas instrucionais, tal revelou-se insuficiente para compreenderem plenamente o conceito de atividades STEM ou para adquirirem a confiança necessária para desenvolverem as planificações STEM propostas. Como referido em investigações anteriores, muitos FP podem enfrentar dificuldades na elaboração de atividades STEM num único semestre, sobretudo quando estes programas representam a sua primeira introdução formal à educação STEM (Menon et al., 2023). Ao longo do processo de planificação das atividades STEM, as barreiras emocionais iniciais enfrentadas pelos FP foram gradualmente ultrapassadas, graças ao trabalho colaborativo e à orientação dos docentes. Os momentos de validação envolvendo professores e colegas foram

fundamentais para reforçar a confiança dos FP nas suas capacidades. Segundo Dökme & Koyunlu Ünlü (2023), o feedback contribui para o desenvolvimento de experiências de domínio e vicárias, que são essenciais para fortalecer o sentido de autoeficácia dos futuros professores. Assim, pode argumentar-se que as experiências de domínio funcionaram como catalisadores da transformação psicológica (Bandura, 1986, 1997), dado que, no final do programa, os FP manifestaram orgulho e satisfação pelas suas conquistas, bem como uma maior autoeficácia pessoal. A progressão emocional observada sugere o impacto positivo do programa de formação STEM no crescimento pessoal e profissional dos FP, bem como na sua confiança para implementar atividades STEM na sua futura prática docente. Este resultado alinha-se com investigações anteriores que referem que o desenvolvimento da autoeficácia em STEM depende fortemente de experiências práticas, nas quais os FP implementam ativamente estratégias e regras para alcançar o sucesso (Bandura, 1986; Fenton & Essler-Petty, 2019).

Embora a análise do questionário não evidencie alterações na subescala STOE, que avalia as expectativas relativamente ao impacto do ensino de STEM nos resultados dos alunos. A análise das reflexões mostra que os FP manifestaram uma expectativa positiva em relação aos resultados das atividades STEM planeadas, salientando a importância de as implementar em contexto prático, para perceberem o seu impacto nos alunos. A falta de experiência prática em sala de aula poderá justificar a alteração mínima observada nas crenças dos FP de que as suas práticas de ensino levariam a uma melhoria da aprendizagem dos alunos, conforme refletido na subescala STOE. A importância da aplicação prática das atividades planificadas como fator de melhoria das expectativas de resultados é referida no estudo de Fenton & Essler-Petty (2019). Nesse estudo, os FP que tiveram a oportunidade de adquirir experiência no desenho e na implementação de unidades de robótica em contexto de sala de aula apresentaram mudanças significativas na sua autoeficácia e nas suas expectativas de resultados relativamente ao ensino STEM.

Assim, pode afirmar-se que a aplicação prática das atividades planificadas é crucial, na medida em que permite aos FP obter feedback direto dos alunos. Este retorno constitui um elemento essencial para alimentar a reflexão pós-implementação, promovendo um ciclo contínuo de melhoria no desenho de atividades STEM. O envolvimento dos FP numa prática reflexiva sistemática poderá reforçar a sua confiança na conceção de atividades STEM significativas, desafiantes e adaptáveis, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento da sua autoeficácia nesta área.

## Referências

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Freeman.
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, *2*, 8–14. <https://doi.org/10.1016/J.NPLS.2016.01.001>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston: Pearson.
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatic, B. M., & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education. *Education Sciences*, *11*(11), 737. <https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- Dökme, İ., & Koyunlu Ünlü, Z. (2023). An effective intervention using STEM instruction for improving preservice science teachers' self-efficacy. *Research in Science and Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2209847>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/S40594-016-0036-1/TABLES/2>
- Fenton, D., & Essler-Petty, S. (2019). Self-efficacy and STEM: An Integrated Pedagogical Approach for Pre-service Elementary Teachers. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, *10*(4), 4160–4168. <https://doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2019.0508>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research* (Vol. 500). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Isabelle, A. D. (2017). STEM Is Elementary: Challenges Faced by Elementary Teachers in the Era of the Next Generation Science Standards. *The Educational Forum*, *81*(1), 83–91. <https://doi.org/10.1080/00131725.2016.1242678>
- Johnson, T. M., Byrd, K. O., & Allison, E. R. (2021). The impact of integrated STEM modeling on elementary preservice teachers' self-efficacy for integrated STEM instruction: A co-teaching approach. *School Science and Mathematics*, *121*(1), 25–35. <https://doi.org/10.1111/SSM.12443>

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S40594-016-0046-Z/TABLES/4>
- Kiazai, A. N., Siddiqua, N., & Waheed, Z. (2020). Challenges in Implementing STEM Education and Role of Teacher Education Programs in Mitigating these Challenges. *International Journal of Distance Education and E-Learning*, 5(2), 123–137. <https://doi.org/10.36261/IJDEEL.V5I2.1047>
- Le, H. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 13(3), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- McMullin, K., & Reeve, E. (2014). Identifying perceptions that contribute to the development of successful project lead the way pre-engineering programs in Utah. *Journal of Technology Education*, 26(1), 22–46. <https://doi.org/10.21061/JTE.V26I1.A.2>
- Menon, D., Shorman, D. A. A., Cox, D., & Thomas, A. (2023). Preservice Elementary Teachers Conceptions and Self-Efficacy for Integrated STEM. *Education Sciences*, 13(5), 529. <https://doi.org/10.3390/educsci13050529>
- Riggs, I. M., & Enochs, L. G. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, 74(6), 625–637. <https://doi.org/10.1002/sce.3730740605>
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444–467. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1356671>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/S40594-017-0068-1/TABLES/1>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H. De, Meester, J. De, Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M. De, Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Velde, D. Van de, Petegem, P. Van, & Depaeppe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/EJSTEME/85525>

Wu, X.-N., Liao, H.-Y., & Guan, L.-X. (2024). Examining the influencing factors of elementary and high school STEM teachers' self-efficacy: a meta-analysis. *Current Psychology*, 43(31), 25743–25759. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06227-7>

*Agradecimentos:* Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., ao abrigo do projeto n° UID/CED/04748/2020