

O IMPACTO DAS ATIVIDADES INTEGRADAS STEM NO INTERESSE DOS ALUNOS DO ENSINO SECUNDÁRIO PELAS ÁREAS STEM

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

Mónica Baptista, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, UIDEF, mbaptista@ie.ulisboa.pt

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

Resumo: A investigação sugere que o desenvolvimento de atividades que integrem conteúdos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (atividades integradas STEM), em contextos formais pode, não só, suscitar o interesse dos alunos por estas áreas, bem como, minorar a desigualdade de género evidenciada nestas áreas. Este estudo teve como objetivo analisar o efeito de atividades integradas STEM, desenvolvidas na disciplina de Química do 12.º ano de escolaridade, nas perceções dos alunos relativas ao interesse em seguir carreiras STEM. Adotou-se uma abordagem quantitativa com medidas de pré-teste e pós-teste, para uma amostra de conveniência, constituída por 191 alunos. Os resultados mostraram uma diferença estatisticamente significativa nas intenções dos rapazes de prosseguirem oportunidades educativas que poderiam conduzir a uma carreira nestas áreas, após a realização das atividades, enquanto os resultados do sexo feminino não apresentaram diferenças. Estes resultados realçam a importância das atividades integradas STEM no desenvolvimento e manutenção do interesse dos alunos pelo prosseguimento de estudos nestas áreas. Além disso, reforçam a necessidade destas atividades serem incorporadas em níveis de ensino inferiores e de forma mais sistemática para fortalecer a confiança das alunas nas áreas STEM.

Palavras-chave: Alunos do ensino secundário; Atividades integradas STEM; Educação STEM; Interesse em carreiras STEM

Abstract: Research suggests that developing activities that integrate science, technology, engineering, and mathematics content (integrated STEM activities) into formal contexts can not only increase students' interest in these fields, but also reduce gender inequalities in these fields. This study aimed to analyse the impact of integrated STEM activities developed in a 12th grade chemistry class on students' perceptions of their interest in pursuing STEM careers. A quantitative approach was adopted with pre- and post-test measures for a convenience sample of 191 students. The results showed a statistically significant difference in boys' intentions to pursue educational opportunities that could lead to careers in these fields after completing the activities, while the results for girls showed no difference. These findings highlight the importance of integrated STEM activities in developing and maintaining students' interest in studying these subjects. They also reinforce the need to integrate these activities at lower levels of education and in a more systematic way to increase girls' confidence in STEM.

Keywords: Secondary school students; Integrated STEM activities; STEM education; Interest in STEM careers

INTRODUÇÃO

A educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) tem tido uma forte expressão a nível mundial, existindo mesmo um reconhecimento da importância do seu reforço na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2016). Nesse sentido, nos últimos anos, tornou-se uma prioridade internacional melhorar o desempenho académico dos alunos nas áreas STEM, como forma de garantir uma preparação adequada nestas áreas (Thibaut et al., 2018), bem como, para fazer face ao declínio no ingresso de alunos nas áreas STEM no ensino superior e à sub-representação das minorias étnicas e das mulheres (UNESCO, 2017). A investigação mostra que o género é um fator significativo que molda o interesse dos alunos nas áreas STEM e as atitudes em relação às carreiras STEM (Boiko et al., 2019; Chachashvili-Bolotin et al., 2016), especialmente em Computação e Engenharia, áreas em que os rapazes têm mais probabilidade de seguir carreiras do que as raparigas (Boiko et al., 2019). Consequentemente, a desigualdade de género continua a ser uma preocupação proeminente nas áreas STEM (Ciftci et al., 2020). Em Portugal, segundo dados da Organização Internacional do Trabalho (2020), as mulheres correspondem a 38% dos licenciados nas áreas STEM. A diferença de 24 pontos percentuais entre géneros, ao nível dos licenciados nas áreas STEM em Portugal, demonstra que ainda há muito a fazer. Nesse sentido, torna-se importante a criação de oportunidades a nível escolar para abordar a igualdade de género na educação STEM, adotando-se iniciativas que visem fortalecer a confiança das alunas nestas áreas (Boiko et al., 2019).

Os esforços para melhorar o ensino e a aprendizagem nas áreas STEM têm-se centrado em abordagens interdisciplinares ou integradas, comumente denominada de “educação integrada STEM” (educação iSTEM) (Roehrig et al., 2021). Em contraste com o processo de ensino tradicional de disciplinas isoladas e estanques, a abordagem iSTEM refere-se a modelos de integração explícita e intencional dos conteúdos e práticas das diferentes disciplinas STEM (Bryan & Guzey, 2020; Bybee, 2013). Mais concretamente, a educação iSTEM sugere o ensino de ciências e/ou matemática através da integração de métodos/processos de engenharia e de tecnologia para resolver problemas autênticos em contextos relevantes (Thibaut et al., 2018). A utilização de problemas do mundo real como contexto de aprendizagem poderá influenciar a motivação dos alunos para a aprendizagem de conteúdos STEM (Kelley & Knowles, 2016); a engenharia e a tecnologia proporcionam contextos práticos, onde os alunos podem testar e aplicar os seus próprios conhecimentos científicos, o que poderá melhorar a sua compreensão e desempenho académico (Nite et al., 2017) e fomentar o seu interesse pelas áreas STEM, uma vez que reconhecem mais facilmente as interações entre ciência, engenharia e tecnologia (Beier et al., 2019).

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo analisar o efeito de atividades integradas STEM nas perceções dos alunos relativas ao interesse em seguir carreiras STEM, utilizando como referencial teórico a Teoria Social Cognitiva da Carreira (TSCC) (Lent et al., 1994). Segundo os autores, o interesse vocacional dos alunos tem origem na interação que ocorre entre os seus atributos pessoais (e.g., género e etnia) e os recursos disponíveis no meio sociocultural de origem (e.g., pessoas e fatores relacionados com a escola). Estas variáveis influenciam as experiências de aprendizagem dos alunos através das quais eles desenvolvem mecanismos

sociocognitivos de crenças de autoeficácia (consciência que o indivíduo tem sobre o seu próprio conhecimento e habilidades) e expectativa de resultados (crenças sobre o resultado de certos comportamentos) que, por sua vez, moldam os seus interesses profissionais (Lent et al., 1994).

ASPETOS METODOLÓGICOS

Adotou-se uma abordagem quantitativa com medidas de pré-teste e pós-teste para uma amostra de conveniência, utilizando o *Career Interest Questionnaire* (CIQ).

O CIQ é um instrumento validado (Tyler-Wood et al. 2010), que documenta as mudanças de interesse dos alunos nas áreas STEM após a realização de uma intervenção STEM (Peterman et al., 2016). O CIQ tem 12 itens distribuídos por três dimensões. A dimensão *suporte* refere-se às percepções dos alunos de estarem num ambiente familiar que apoia as carreiras científicas; a *intenção* avalia a intenção dos alunos de prosseguirem oportunidades educativas que conduzam a uma carreira científica e a *importância* documenta a importância percebida das carreiras científicas em geral (Peterman et al., 2016).

As atividades integradas STEM constituíram a variável independente e a variável dependente foi o interesse em seguir carreiras STEM, medido através do CIQ em função do momento de aplicação (pré-teste e pós-teste) e da variável sexo.

A amostra era constituída por 191 alunos do 12.º ano de escolaridade, de duas escolas da região de Lisboa, 85 eram do sexo masculino e 106 do sexo feminino. No ano letivo 2022/2023, durante seis aulas de Química, os alunos participaram numa sequência de atividades STEM sobre o tema “Combustíveis Fósseis”. Os alunos começaram por explorar a destilação do petróleo bruto, tendo como contexto inicial uma situação do dia-a-dia ligada à indústria da refinação. A fim de conhecerem os compostos obtidos durante o processo de destilação, os alunos fizeram pesquisas e usaram simulações computacionais. Como produto final, foi lhes pedido que construíssem um protótipo de uma indústria e que esse protótipo contemplasse uma coluna de destilação do crude. Durante o desenvolvimento dos protótipos, os alunos visualizaram vídeos sobre as indústrias de refinaria, tiveram acesso a jogos sobre hidrocarbonetos e também consultaram vários sites, alguns sobre a legislação portuguesa que regulamenta este tipo de indústrias.

Os dados resultantes da aplicação do questionário foram analisados com o software Jamovi® 2.2.5.0. Primeiramente, foram avaliadas as propriedades psicométricas do instrumento com a amostra de 191 alunos. Para tal, realizou-se uma análise fatorial exploratória e determinou-se o alfa de *Cronbach* para o questionário e cada uma das suas dimensões. Os 12 itens distribuídos por três dimensões explicam 65,8% da variabilidade total. A fiabilidade global do questionário foi boa ($\alpha = 0,893$), bem como, a das suas dimensões [α (interesse) = 0,829; α (intenção) = 0,909; α (importância) = 0,777].

Posteriormente, foram calculadas as pontuações médias das dimensões *suporte*, *Intenção*, *importância* e *do CIQ total*. Os pressupostos de normalidade dos dados foram verificados através do teste de *Shapiro-Wilk*. Verificou-se que os dados não seguiam uma distribuição normal ($p \leq 0,05$), pelo que foram utilizados testes não paramétricos.

Para avaliar o efeito do género nas pontuações do CIQ, foi utilizado o teste U de *Mann-Whitney*. Para determinar se a implementação de atividades integradas STEM teve impacto no interesse dos alunos pelas carreiras STEM, foram efetuadas comparações entre as pontuações do pré-teste e pós-teste para cada uma das dimensões do CIQ e do CIQ total. Para este efeito, foi utilizado o teste *Wilcoxon*, controlando o erro familiar entre os testes ao nível de 0,013, utilizando o procedimento *Bonferroni*.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os resultados do pré-teste e pós-teste por género e as análises estatísticas que foram efetuadas na comparação dos resultados entre géneros e por género.

Tabela 1

Resultados do pré-teste e pós-teste por género e dos testes estatísticos efetuados.

		Raparigas		Rapazes		Teste U de <i>Mann-Whitney</i>	
		M	DP	M	DP	U	p
Suporte							
Pré		3,72	1,01	3,32	1,09	3613	0,017*
Pós		3,70	1,01	3,40	1,04	3813	0,063
Teste de <i>Wilcoxon</i>	W	1,00		0,00		---	---
	p	0,977		0,049		---	---
Intenção							
Pré		3,17	1,11	2,94	1,06	4030	0,209
Pós		3,21	1,06	3,01	0,99	4064	0,244
Teste de <i>Wilcoxon</i>	W	4,00		2,50		---	---
	p	0,029		0,012*		---	---
Importância							
Pré		3,95	3,84	3,84	0,77	4047	0,225
Pós		3,95	0,77	3,83	0,79	4049	0,227
Teste de <i>Wilcoxon</i>	W	1,00		1,00		---	---
	p	0,977		0,977		---	---

		Raparigas		Rapazes		Teste U de <i>Mann-Whitney</i>	
		M	DP	M	DP	U	<i>p</i>
CIQ total							
Pré		3,59	0,76	3,37	0,79	3880	0,099
Pós		3,61	0,79	3,41	0,74	3903	0,112
Teste de <i>Wilcoxon</i>	W	10,50		6,50		---	---
	<i>p</i>	0,086		0,062		---	---

Nota: * Resultado estatisticamente significativo

De um modo geral, as raparigas obtiveram valores médios superiores aos dos rapazes em todas as dimensões do questionário, tanto ao nível do pré-teste como pós-teste. A *importância* foi a dimensão do CIQ mais pontuada por ambos os géneros.

Na comparação dos resultados do pré-teste e pós-teste entre os géneros, verificou-se que ao nível do pré-teste existiu uma diferença estatisticamente significativa na dimensão *suporte*, favorável às raparigas [$U_{(189)} = 3613$; $p = 0,017$]. O que sugere que antes da realização das atividades integradas STEM, as raparigas tinham uma maior perceção de estarem num ambiente que apoia as carreiras científicas comparativamente aos rapazes. Nas outras dimensões e no questionário total não se verificaram quaisquer diferenças entre os géneros.

A comparação dos resultados de pré-teste e pós-teste por género, mostrou uma diferença estatisticamente significativa para o sexo masculino na dimensão *intenção* [$W_{(84)} = 2,50$; $p = 0,012$]. O que sugere que após a implementação de atividades STEM, a intenção dos rapazes em procurar oportunidades educativas que, eventualmente, pudessem conduzir a uma carreira científica foi maior. Os resultados da comparação para o sexo feminino não mostraram diferenças significativas em nenhuma das dimensões do CIQ.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados deste estudo realçam a importância das atividades integradas STEM no interesse dos alunos pelo prosseguimento de estudos nestas áreas, dado que após a sua implementação se verificou um aumento significativo nas *intenções* dos alunos do sexo masculino em procurar oportunidades educativas que poderiam, eventualmente, conduzir a uma carreira científica. Estudos anteriores já tinham salientado a influência positiva deste tipo de práticas nas perceções dos alunos sobre as áreas STEM, bem como, na sua consciencialização sobre as profissões STEM (Beier et al., 2019). Por outro lado, as atividades integradas STEM alavancaram as perceções dos rapazes de estarem num ambiente familiar que apoia as carreiras científicas, pois ao nível do pós-teste já não foram encontradas diferenças de género na dimensão *suporte*. Os pais e as famílias, como fontes de inspiração mais próximas e imediatas para os alunos, têm a capacidade de moldar as suas perceções sobre as carreiras STEM e a sua autoeficácia (Mohtar et al., 2019). Nesse sentido, poder-se-á argumentar que os rapazes depois de se envolverem em atividades STEM, que foram significativas para eles,

provavelmente discutiram as suas perspetivas de carreira com os seus pais e familiares e receberam o seu apoio. O que, conseqüentemente, aumentou as suas perceções de estarem num ambiente que apoia as carreiras científicas e as suas *intenções* de procurar oportunidades educativas que, eventualmente, pudessem conduzir a uma carreira científica.

Relativamente às raparigas, embora a pontuação média da dimensão *intenção* tivesse aumentado após a realização das atividades integradas STEM, esse aumento não foi significativo. Dois fatores podem ter contribuído para esse resultado. O curto período de implementação das atividades e a sua implementação num nível de ensino tardio, em que os interesses de carreira já tendem a estar cristalizados. Dado que a literatura sugere que os níveis do ensino básico são cruciais para o desenvolvimento de interesses de carreira (Wyss et al., 2012), este resultado reforça a necessidade de se incorporarem este tipo de atividades de uma forma mais sistemática e em níveis de ensino inferiores, no sentido de aumentar as oportunidades de aprendizagem em contexto escolar, que visem fortalecer a confiança das raparigas nas áreas STEM (Boiko et al., 2019).

Este estudo não encontrou diferenças de género no interesse dos alunos nas áreas científicas (medido pelo CIQ total), apesar da literatura indicar que existem diferenças no interesse em STEM, a favor dos rapazes nas áreas da engenharia e tecnologia (Boiko et al., 2019; UNESCO, 2017). Vários fatores podem estar na base desse resultado. Em primeiro lugar, o CIQ avalia o interesse geral em carreiras nas áreas científicas, não discriminando áreas STEM específicas. Em segundo lugar, ao nível do pré-teste, verificou-se que as raparigas, relativamente aos seus pares, apresentavam valores significativamente maiores nas perceções de estarem num ambiente familiar que apoia as carreiras científicas (dimensão *suporte*). Segundo a TSCC, o apoio e incentivo dado pelos pais e familiares é um dos fatores capazes de influenciar o interesse vocacional dos alunos (Lent et al., 1994) e vários estudos reportam essa influência no interesse dos alunos pelas carreiras STEM (Plasman et al., 202; Mohtar et al., 2019). Por outro lado, verificou-se um valor elevado e estável da dimensão *importância*, ou seja, na importância percebida que as raparigas têm das carreiras científicas. A literatura indica que as perceções positivas dos alunos sobre as carreiras STEM influenciam positivamente o seu interesse e as suas escolhas profissionais (Mohtar et al., 2019). Nesse sentido, o suporte familiar e as perceções positivas das carreiras STEM, podem, eventualmente, explicar um nível de interesse das raparigas nas carreiras STEM semelhante aos dos rapazes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta algumas limitações que comprometem a generalização dos resultados, destacando-se o número restrito de participantes e a ausência de um grupo de controlo, impossibilitando a atribuição exclusiva dos resultados às atividades integradas STEM. Recomenda-se que investigações futuras adotem um desenho quase-experimental com grupos experimental e de controlo, bem como uma amostra mais ampla. Além disso, a restrição geográfica da amostra, composta por alunos da

mesma área urbana, sugere a necessidade de incluir participantes de contextos diversos para uma compreensão mais abrangente dos efeitos das atividades integradas STEM. Porém, este estudo contribuiu para mostrar o papel influente das atividades integradas STEM, em contexto formal, no interesse dos alunos pelas áreas STEM. Reforçou a necessidade destas atividades serem implementadas de uma forma mais sistemática e em níveis de ensino inferiores, no sentido de aumentar as oportunidades educativas que desenvolvam esse interesse. Destacou, também, o suporte familiar e a importância percebida das carreiras científicas como fatores que podem moldar o interesse dos alunos pelas carreiras STEM. Estas conclusões sublinham a importância da educação STEM na promoção e no estímulo do interesse dos alunos pelas áreas STEM.

REFERÊNCIAS

- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3–23. <https://doi.org/10.1002/tea.2146>
- Boiko, A., Nistor, A., Kudenko I., & Gras-Velazquez, A. (2019). *The attractiveness of Science, Technology, Engineering and Mathematics subjects. Results from five countries* | September 2019, European Schoolnet, Brussels.
- Bryan, L. A., & Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM education: An overview of perspectives and considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5–15. <https://doi.org/10.12973/hjstem/00110>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press. Calabrese Barton, A., & Tan, E. (2018). A longitudinal study of equity-oriented stem-rich making among youth from historically marginalized communities. *American Educational Research Journal*, 55(4), 761–800. <https://doi.org/10.3102/0002831218758668>
- Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M., & Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366-390. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137>
- Ciftci, A., Topcu, M. S., & Erdogan, I. (2020). Gender Gap and Career Choices in STEM Education: Turkey Sample. *International Journal of Progressive Education*, 16(3), 53-66. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.248.4>
- Kelley, T., & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behaviour*, 45(1), 79–122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>

- Mohtar, L. E., Halim, L., Rahman, N. A., Maat, S. M., Iksan, Z. H. and Osman, K. (2019). A Model of Interest in STEM Careers among Secondary School Students. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 404-416. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.404>
- Nite, S. B., Capraro, M. M., Capraro, R. M., Bicer, A. (2017). Explicating the characteristics of stem teaching and learning: A metasynthesis. *Journal of STEM Teacher Education*, 52(1) Article 6. <https://doi.org/10.30707/JSTE52.1Nite>
- OIT. (2020). *How many women work in STEM*. <https://ilostat.ilo.org/how-many-women-work-in-stem/>
- Peterman, K., Kermish-Allen, R., Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2016). Measuring student career interest within the context of technology-enhanced STEM projects: A cross-project comparison study based on the Career Interest Questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9617-5>
- Plasman, J., Gottfried, M., Williams, D., Ippolito, M. and Owens, A. (2021). Parents' Occupations and Students' Success in STEM Fields: A Systematic Review and Narrative Synthesis. *Adolescent Research Review*, 6, 33–44. <https://doi.org/10.1007/s40894-020-00136-z>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, 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>
- Tyler-Wood T, Knezek G, Christensen R (2010) Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal Technology Teacher Education* 18(2), 341–363.
- UNESCO (2016). Educação 2030. Declaração de Incheon e Marco de Ação para a implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4: Assegurar a educação inclusiva e equitativa de aprendizagem ao longo da vida para todos. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_por
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>
- Wyss, V. L., Heulskamp, D. and Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.

AGRADECIMENTOS

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