



Robótica educativa na formação inicial de professores: perceções sobre potenciais benefícios e obstáculos

Robótica educativa en la formación inicial del profesorado: percepción de los posibles beneficios y obstáculos

Educational robotics in initial teacher training: perceptions of potential benefits and obstacles

Ricardo Silva

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real
CIDTFF—Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro, Aveiro
Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, Coimbra
rjsilva@esec.pt
<https://orcid.org/0000-0002-1866-1283>

Cecília Costa

Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real
CIDTFF—Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro, Aveiro
mcosta@utad.pt
<https://orcid.org/0000-0002-9962-562X>

Fernando Martins

Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, IIA, NIEFI, Coimbra
Instituto de Telecomunicações, Delegação da Covilhã, Covilhã
fmlmartins@esec.pt
<https://orcid.org/0000-0002-1812-2300>

Resumo

Estudos da especialidade e diretrizes internacionais indicam a integração de robótica educativa na prática letiva como promotora de aprendizagens matemáticas significativas, identificando como principais obstáculos à integração da robótica educativa o elevado grau de conhecimento específico envolvido e a escassez de suporte didático. O trabalho desenvolvido na formação contínua de professores evidencia o contributo positivo da possibilidade de articular a formação teórica com a integração da robótica educativa nas práticas letivas em contextos reais, tirando partido de ferramentas objetivas na construção dos planos de aula. Discute-se o contributo de uma intervenção para mudanças na perceção de futuras



professoras do 1.º Ciclo do Ensino Básico, sobre potenciais benefícios (PB) e potenciais obstáculos (PO) da integração da robótica educativa nas suas práticas letivas. Não se detetaram diferenças, estatisticamente significativas, entre a pré e pós intervenção ao nível de PB nem ao nível de PO. Verificou-se a valorização das potencialidades e restrições da robótica educativa, particularmente no desenvolvimento de competências de resolução de problemas e comunicação matemática.

Palavras-chave: Robótica educativa; formação inicial de professores; cenários de aprendizagem; TPACK.

Resumen

Estudios especializados y directrices internacionales señalan la integración de la robótica educativa en la práctica docente como promotora de aprendizajes matemáticos significativos, identificando como principales obstáculos a la integración de la robótica educativa el alto grado de conocimientos específicos implicados y la escasez de apoyos didácticos. El trabajo desarrollado en la formación docente continua destaca el aporte positivo de la posibilidad de articular la formación teórica con la integración de la robótica educativa en las prácticas de enseñanza en contextos reales, aprovechando las herramientas objetivas en la construcción de los planes de clase. Discutimos la contribución de una intervención a los cambios en la percepción de los futuros profesores de primaria sobre los beneficios potenciales (BP) y los obstáculos potenciales (OP) de integrar la robótica educativa en sus prácticas de enseñanza. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la pre y la pos intervención en BP y OP. Se valoraron las potencialidades y las limitaciones de la robótica educativa, especialmente en el desarrollo de la habilidad para la resolución de problemas y la comunicación matemática.

Palabras clave: Robótica educativa; formación inicial del profesorado; escenarios de aprendizaje; TPACK.

Abstract

International studies and guidelines point to the integration of educational robotics in teaching as a promoter of mathematical learning, identifying as main obstacles to the integration of educational robotics the high degree of specific knowledge involved and the scarcity of didactic support. The work developed in in-service teacher training highlights the positive contribution of the possibility to articulate theoretical training with the integration of educational robotics in teaching practices in real contexts, benefiting from objective tools for the construction of lesson plans. We discuss the contribution of an intervention to changes in the perception of future elementary school teachers regarding the potential benefits (PB) and the potential obstacles (PO) of integrating educational robotics into their teaching practices. No statistically significant differences were found between the pre and post intervention in terms of PB and PO. There was an appreciation of the potential and restrictions of educational robotics, particularly in the development of problem-solving skills and mathematical communication.

Keywords: Educational robotics; pre-service teacher training; learning scenarios; TPACK.



Introdução

A literatura refere a Robótica Educativa (RE) como promotora de aprendizagens significativas (Athanasiou et al., 2019) e com impacto positivo na perceção do estereótipo de género associado (Kim et al., 2017) existindo um forte interesse pela temática dentro da comunidade científica (Anwar et al., 2019; Darmawansah et al., 2023; Jung & Won, 2018). Também em Portugal é crescente a relevância da RE, inclusive nos documentos curriculares do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB), em que surge associada ao desenvolvimento de competências de pensamento computacional (Ministério da Educação, 2021), surgindo também competências de robótica educativa (Santos et al., 2023). No estudo de âmbito nacional que apresenta um levantamento de necessidades de formação em programação e robótica, destaca-se o interesse da comunidade docente em formação específica sobre RE, construção de robôs programáveis e planos de aula que permitam a integração destas tecnologias com vista à promoção de aprendizagens curriculares (Ramos et al., 2022).

Tendo em Papert (1980) um dos seus grandes impulsionadores, a RE promove a interdisciplinaridade, permitindo estabelecer conexões entre as várias disciplinas Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) e outros conhecimentos dos alunos (Kuhl et al., 2019; Miller & Nourbakhsh, 2016). No início da década passada Benitti (2012) refere que grande parte das aplicações de RE se centravam na componente tecnológica (robótica, mecatrónica e programação) ou procuravam ligações curriculares próximas destas áreas, tendência que persiste até à atualidade (eg., Angeli & Jaipal-Jamani, 2018). Alimisis (2012) e Jung e Won (2018) defendem ser importante que a investigação em RE assuma também preocupações pedagógicas e didáticas. Neste sentido, alguns investigadores trabalharam o desenvolvimento do conhecimento didático de futuros professores necessário para desenhar planos de aula que integrem RE (eg., Kim et al., 2015) e procuraram compreender como futuros professores de matemática estabelecem conexões matemáticas em tarefas que integrem RE em contextos educativos (Souza et al., 2019). No entanto, ainda existem obstáculos à implementação da RE nas práticas letivas: especificidade do conhecimento técnico envolvido; escassez de material pedagógico e didático que facilite a sua articulação com o currículo; ausência de diretrizes curriculares; falta de formação específica para o desenvolvimento do conhecimento didático de professores; e custo elevado da maioria das plataformas utilizadas (Alimisis, 2012; Kuhl et al., 2019; Zhong & Xia, 2020). Este trabalho insere-se num estudo mais alargado, ainda em curso, dedicado ao desenvolvimento do conhecimento didático necessário para integrar a RE em tarefas promotoras de aprendizagens matemáticas. Discute-se aqui o contributo de uma intervenção para as mudanças ocorridas na perceção das alunas de uma turma portuguesa da formação inicial de professores (FIP) do 1.º CEB, sobre os potenciais benefícios (PB) e potenciais obstáculos (PO) da integração da RE nas suas práticas letivas.

Problema de investigação e revisão de literatura

O trabalho seminal de Papert (1980) com os robots Turtle e a linguagem de programação Logo estabeleceu as bases para investigação em RE, mantendo-se como uma área de investigação relevante (Zhong & Xia, 2020). A integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem



promove o desenvolvimento de competências TIC, pensamento computacional e conhecimento relacionado com as dimensões STEAM (eMedia, 2019), encontrando-se assim alinhada com as competências digitais essenciais identificadas no referencial DigCompEdu (Redecker, 2017). A maioria dos estudos com RE centram-se na componente tecnológica (robótica, mecatrónica e programação) ou procuram estabelecer ligações curriculares próximas destas áreas (Angeli & Jaipal-Jamani, 2018; Benitti, 2012; Zhong & Xia, 2020). O conhecimento técnico e do conteúdo são apenas parte do potencial da RE (Alimisis, 2012; Jung & Won, 2018) é importante dar continuidade à investigação no campo do desenvolvimento do conhecimento didático de futuros professores necessário para desenhar planos de aula que integrem RE (Alimisis, 2019; Kim et al., 2015), bem como na procura de compreender como futuros professores de matemática estabelecem conexões matemáticas (Souza et al., 2019) e interação com os alunos (Kucuk & Sisman, 2017) em tarefas que integrem RE em contextos educativos.

Experienciar a integração da tecnologia em situações práticas e contextualizadas (Huang & Zbiek, 2017) contribui para que os futuros professores compreendam melhor as potencialidades e restrições do artefacto e a sua relação com o currículo. No entanto, a falta de preparação na criação de planos de aula influencia negativamente a integração da RE nas práticas letivas dos futuros professores (Tankiz & Atman Uslu, 2022). Como tal a FIP deve permitir que os futuros professores contatem com uma ferramenta de planificação estruturada, alicerçada em princípios teóricos e que possua um carácter reflexivo intrínseco (Pedro et al., 2019). No caso específico da integração da RE na FIP, o *design* dos programas de formação deve incluir nas suas características: espaço de partilha e discussão de ideias e experiências; que os futuros professores possam observar os seus pares na gestão de aulas que integrem a RE; que exista apoio docente continuado durante as etapas de formação, planificação e atuação; que inclua uma componente teórica, prática, reflexiva e didática específica (Schina et al., 2021).

As características dos estudos identificados nos trabalhos de revisão sistemática (Benitti, 2012; Jung & Won, 2018; Zhong & Xia, 2020) sugerem que é reconhecido potencial para que a RE possa contribuir para a construção de aprendizagens significativas, mas que é ainda necessário aprofundar esta linha de investigação para que tal se possa afirmar categoricamente. Ainda que exista uma enorme diversidade na forma e objetivos dos estudos sobre RE, existem características aglutinadoras que permitem caracterizar esta linha de investigação (Anwar et al., 2019; eMedia, 2019; Jung & Won, 2018):

1. As propostas de intervenção são regidas pela teoria construcionista (Papert, 1980) e/ou construtivista (Piaget, 1973);
2. O aluno assume um papel ativo na construção do conhecimento, e o professor tem uma atuação similar a um orientador/facilitador das aprendizagens;
3. Os ambientes de aprendizagem criados permitem trabalhar conteúdos curriculares e competências transversais, particularmente as associadas aos domínios STEAM;
4. Predomina o trabalho colaborativo ou cooperativo, podendo discutir-se se existe sequer trabalho individual, já que, no limite, existe sempre uma interação colaborativa entre professor e aluno;



5. A forte influência *maker* presente nas tipologias de tarefas permite aos alunos participar em processos iterativos de *design*.

Acerca dos métodos utilizados na investigação em RE, estudos de revisão sistemática (Benitti, 2012; Jung & Won, 2018; Pedersen et al., 2020; Toh et al., 2016; Zhong & Xia, 2020) identificam que:

1. A existência de estudos com *design* experimental, quasi-experimental e não-experimental, não permite afirmar categoricamente que existe um padrão dominante comum, variando de acordo com a dimensão da amostra e os critérios de inclusão e exclusão na revisão sistemática;
2. As amostras assumem na sua maioria uma dimensão reduzida (inferior a 100 participantes) e transversalidade a todos os níveis de ensino
3. Como método de avaliação, predomina a opção pela sequência pré-teste/pós-teste, com uma incidência reduzida das opções pré-teste/teste intermédio/pós-teste e apenas pós-teste;
4. A maioria dos estudos apresentam abordagens qualitativas, existindo também metodologias mistas ou quantitativas. A recolha de dados e análise de dados quantitativos é bastante reduzida, remetendo a maioria para informações recolhidas através de questionários relativas à perceção dos participantes sobre RE, ou categorização de respostas em entrevistas sobre a dimensão emocional dos participantes em tarefas com RE.

Problema e questão de investigação

Tal como afirmou Papert (1980), permanecendo relevante, é necessário que os professores tenham conhecimentos tecnológicos, pedagógicos, do conteúdo curricular e do contexto para que a RE possa promover aprendizagens significativas. Para criar condições à aquisição e desenvolvimento destes conhecimentos e competências associadas, é importante ter acesso à perceção dos professores sobre autoeficácia e disponibilidade para integrar a RE nas suas práticas letivas (Jaipal-Jamani & Angeli, 2017; Khanlari, 2016). A FIP deve contribuir para que futuros professores sejam competentes na integração de RE na prática letiva. Donde emerge a questão de investigação: será que uma intervenção que integre a RE e o uso de Cenários de Aprendizagem na FIP do 1.º CEB influencia a perceção das futuras professoras sobre os potenciais benefícios e potenciais obstáculos da integração da RE nas suas práticas letivas futuras?

Metodologia

O estudo aqui em discussão é de natureza quantitativa de *design* pré-experimental, considerando que só temos um grupo experimental e a amostra não foi selecionada de forma aleatória (Cohen et al., 2018). Participaram as 28 alunas inscritas numa turma do 1.º ano de um mestrado



em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º CEB, com idades compreendidas entre 21 e 32 anos. A sua participação foi voluntária, podendo desistir a qualquer momento, assegurando-se o seu anonimato através do tratamento confidencial dos dados, respeitando as condições estabelecidas no parecer da comissão de ética n.º 160_CEP2/2021.

Instrumento de recolha de dados

O instrumento usado para a recolha de dados é constituído pela tradução de duas dimensões do questionário da autoria de Khanlari (2016), tendo a sua tradução sido validada por peritos externos, com trabalho reconhecido na área da matemática, estatística e formação inicial de professores. Este instrumento permite aceder à perceção dos respondentes relativamente aos potenciais benefícios da integração da RE nas suas práticas letivas (PB) e potenciais obstáculos à integração da RE nas suas práticas letivas (PO). Cada uma destas dimensões apresenta 11 itens, cuja escala de concordância tem a seguinte forma: 1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Nem concordo Nem discordo; 4 – Concordo; e 5 – Concordo Totalmente.

A recolha de dados teve lugar em dois momentos distintos: 13 de outubro de 2021 e 16 de fevereiro de 2022, correspondendo respetivamente à pré-intervenção e pós-intervenção. A resposta individual a este questionário foi suportada pela plataforma Google Forms (<https://forms.gle/ARV8Lr7z6ENweiEZ8>).

Intervenção

A intervenção ocorreu em duas unidades curriculares, uma de Matemática e outra de Didática da Matemática, optando-se por se manter os grupos de estágio – 8 trios e 2 pares –, tirando partido das rotinas de trabalho colaborativo já instituídas. Contempla três etapas – i) formação teórica, ii) tarefas com robots e adaptação de cenários de aprendizagem; iii) trabalho final – que se descrevem de seguida.

A primeira etapa foi composta por duas sessões de formação teórica. A primeira dedicada aos princípios teóricos subjacentes à integração da RE nos processos de ensino e de aprendizagem, suportada pelo modelo conceptual TPACK (Koehler & Mishra, 2009; Mishra, 2019). Para que a integração de RE possa facilitar aprendizagens significativas, precisa de ser estruturada, pelo que a segunda sessão teve como foco Cenários de Aprendizagem (Matos, 2014), com particular destaque para os princípios que regem o seu *design* e implementação e os seus diferentes elementos constituintes – desenho organizacional do ambiente; papéis e atores; enredo, estratégias de trabalho, atuações e propostas; e reflexão e regulação.

A segunda etapa consiste num conjunto de blocos didáticos suportados por diferentes plataformas de RE de complexidade crescente, respetivamente: a) Super Doc, com opções de manipulação reduzida e programação tangível; b) Mind Designer, similar ao Super Doc, apresentando além da programação tangível também a opção de ser programado através de uma plataforma proprietária,



cujas linguagens de programação assentam em blocos simples que condicionam o deslocamento do robot; e c) Ring:bit Bricks Pack, um kit de RE controlado pela placa micro:bit v2, personalizável, com um sistema de montagem similar a Legos, programável através da plataforma MakeCode, similar à linguagem de programação Scratch, com a qual as alunas já tinham contactado na licenciatura. Nesta etapa ficou estabelecido que o *design* da atuação do professor deveria permitir influenciar a proposta de atuação das alunas na adaptação das tarefas ao seu contexto de estágio, servindo de exemplo. No que diz respeito à integração da RE nas tarefas, deveria permitir tornar concretos conceitos matemáticos através da programação do robot ou das produções criadas com o robot. Cada um destes blocos seguiu uma sequência, na qual as alunas começavam por experienciar um conjunto de tarefas que integravam uma das plataformas de RE no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos do 1.º CEB. Segue-se a exploração do processo de *design* do cenário de aprendizagem criado para o bloco – através de um conjunto de tarefas escritas –, que será posteriormente adaptado pelos grupos ao respetivo contexto de estágio. Estes são alvo de discussão em grande grupo no final de cada bloco, cuja orquestração (Stein et al., 2015) assumiu como um dos principais objetivos permitir que as alunas compreendessem a necessidade de estabelecer objetivos de aprendizagem com ligações curriculares e delinear estratégias que os permitissem alcançar.

A terceira etapa corresponde à criação de um trabalho final e posterior defesa – a defesa deste trabalho ocorre em dois momentos distintos, devendo os grupos recolher contributos para procurar melhorias. Além do *design* de um cenário de aprendizagem hipotético adaptado ao contexto de estágio, foi pedido que as alunas fundamentassem a sua tomada de decisão no que diz respeito à pertinência da integração da plataforma de RE escolhida, estratégias e metodologias, espelhando estas decisões na criação dos elementos constituintes do cenário de aprendizagem proposto (Matos, 2014).

Procedimentos estatísticos

A descrição da perceção dos alunos obtida através do questionário, nas fases pré e pós intervenção, foi efetuada através da estatística descritiva usando para o efeito tabelas de frequências relativas em percentagem. A perceção nos itens do questionário das dimensões PB e PO foi processada considerando a perceção positiva e negativa, consoante a maioria das respostas dadas se centraram nos níveis mais positivos (4 e 5) ou negativos (1 e 2).

Para comparar a perceção dos alunos ao nível das dimensões PB e PO obtida nas fases pré e pós intervenção efetuou-se o teste *t-Student* para amostras emparelhadas, após a validação do seu pressuposto (Marôco, 2021). O pressuposto da normalidade para cada uma das variáveis dependentes foi avaliada recorrendo ao teste de *Shapiro-Wilk* (Marôco, 2021). Em casos de não verificação da normalidade, recorreu-se à análise da simetria usando a seguinte condição (Pestana & Gageiro, 2014):

$$\left| \frac{\text{coeficiente de assimetria}}{\text{erro do coeficiente de assimetria}} \right| \leq 1.96$$



O valor da dimensão do efeito do teste *t-Student* para amostras emparelhadas é obtido através do *d* de *Cohen* (*d*) e a classificação da dimensão do efeito foi feita da seguinte forma (Marôco, 2021): pequeno ($d \leq 0.2$), médio ($0.2 < d \leq 0.5$), elevado ($0.5 < d \leq 1$) e muito elevado ($d > 1$).

A fiabilidade dos dados recolhidos, considerando a aplicação do questionário em dois momentos temporais distintos, é dada pela consistência interna de cada uma das dimensões (PB e PO) nas fases pré e pós intervenção avaliada por meio do *Alfa de Cronbach* (Pestana & Gageiro, 2014), sendo esta considerada: muito boa se $\alpha \geq 0.9$; boa se $0.8 \leq \alpha < 0.9$; razoável se $0.7 \leq \alpha < 0.8$; fraca se $0.6 \leq \alpha < 0.7$; e inadmissível se $\alpha < 0.6$. Para efetuar a análise estatística usou-se o software *IBM SPSS Statistics* (versão 25, IBM USA), para um nível de significância de 5%.

Resultados

Apresentam-se na Tabela 1 os resultados de consistência interna dos dados recolhidos nas fases pré e pós-intervenção, relativos à percepção das alunas sobre PB e PO.

Tabela 1. Consistência interna dos dados pré e pós-intervenção

Instrumento	Alfa de Cronbach		N. ° de itens
	Pré	Pós	
Dimensão PB	0.870	0.793	11
Dimensão PO	0.760	0.834	11

Os dados presentes na Tabela 1 permitem afirmar que a consistência interna dos dados recolhidos apresenta um grau de confiança razoável, uma vez que $\alpha \geq 0.7$, para ambas as dimensões do questionário.

Dimensão Potenciais Benefícios

É visível na Tabela 2 uma tendência nas diferenças entre os dados pré e pós intervenção, a percepção das alunas relativamente aos PB centra-se mais nos níveis positivos (4 e 5). Esta tendência é particularmente evidente nos itens Q3, Q4, Q5, Q6 e Q7. Ou seja, no pós-intervenção as alunas passaram a perceber a integração da RE como um contributo positivo para o desenvolvimento do raciocínio matemático, de competências de resolução de problemas de comunicação matemática e trabalho em equipa. É também evidente a diminuição de percepção neutra, assumindo um valor médio de 15.3 % no pós-intervenção, aproximadamente de metade do valor registado no pré-intervenção (30.2%).



Tabela 2. Distribuição das frequências da Dimensão PB (em %)

Itens	Pré-intervenção					Pós-intervenção				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q1	0	0	3.6	50	46.4	0	0	3.6	39.3	57.1
Q2	0	0	3.6	46.4	50	0	0	3.6	42.9	53.6
Q3	0	0	10.7	42.9	46.4	0	0	3.6	25	71.4
Q4	0	0	3.6	32.1	64.3	0	0	0	25	75
Q5	0	0	3.6	39.3	57.1	0	0	0	21.4	78.6
Q6	0	3.6	14.3	53.6	28.6	0	0	3.6	35.7	60.7
Q7	0	0	7.1	42.9	50	0	0	3.6	21.4	75
Q8	0	3.6	28.6	42.9	25	3.6	0	21.4	50	25
Q9	0	7.1	39.3	28.6	25	3.6	0	32.1	46.4	17.9
Q10	0	10.7	28.6	35.7	25	3.6	0	25	32.1	39.3
Q11	0	3.6	42.9	35.7	17.9	3.6	0	32.1	32.1	32.1

A leitura dos dados presentes na Tabela 3 permite afirmar que não existem diferenças, estatisticamente significativas, entre a pré e pós intervenção ao nível da dimensão PB ($t(27) = -1.636$; $p = 0.113$; $d = 0.001$; dimensão de efeito pequeno).

Tabela 3. Estatística descritiva e comparação pré e pós-intervenção Dimensão PB

	Média	Desvio padrão	t	p	d
Pré	45.93	5.33	-1.636	0.133	0.001
Pós	45.93	4.38			

Os resultados pré-intervenção evidenciam que as alunas possuem, em média, uma percepção bastante positiva relativamente a potenciais benefícios da integração da RE nas suas práticas letivas, situando-se nos 80%. Após a intervenção, em que contactaram com diferentes plataformas de RE e idealizaram cenários de aprendizagem, mantiveram essa percepção positiva relativamente a potenciais benefícios da integração da RE nas suas práticas letivas.

Dimensão Potenciais Obstáculos

Na Tabela 4 é perceptível que a grande diferença entre o pré e pós-intervenção se encontra na tomada de posição, particularmente evidente nos itens Q14 e Q18, em que perto de metade das respostas assumia uma percepção neutra. É também de salientar as mudanças ocorridas nos itens Q12, Q13 e Q15, evidência que passou a existir uma percepção da escassez de robots, computadores e software como um obstáculo mais significativo à integração da RE nas práticas letivas. Considera-se também relevante o facto de no pós-intervenção existir um maior número de respostas no nível 1 (Discordo completamente) relativamente aos alunos do 1.º CEB serem demasiado jovens para trabalharem



com RE (Q16), o currículo do 1.º CEB ser demasiado extenso para haver tempo para a RE (Q17) e a integração da RE não contribuir para aprendizagens necessárias para as provas de avaliação (Q19).

Tabela 4. Distribuição das frequências da Dimensão PO (em %)

Itens	Pré-intervenção					Pós-intervenção				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Q12	0	0	17.9	35.7	46.4	0	0	3.6	42.9	53.6
Q13	3.6	0	39.3	50	7.1	0	3.6	14.3	57.1	25
Q14	0	25	46.4	25	3.6	7.1	21.4	21.4	39.3	10.7
Q15	3.6	0	35.7	35.7	25	3.6	10.7	17.9	50	17.9
Q16	46.5	50	3.6	0	0	57.1	35.7	7.1	0	0
Q17	17.9	46.4	32.1	3.6	0	35.7	25	21.4	14.3	3.6
Q18	0	3.6	53.6	35.7	7.1	0	0	28.6	53.6	17.9
Q19	32.1	57.1	10.7	0	0	46.4	39.3	10.7	3.6	0
Q20	0	3.6	28.6	60.7	7.1	0	3.6	10.7	71.4	14.3
Q21	3.6	3.6	39.3	46.4	7.1	3.6	3.6	17.9	60.7	14.3
Q22	0	7.1	25	50	17.9	0	0	14.3	57.1	28.6

Os dados apresentados na Tabela 5 verificam a inexistência de diferenças, estatisticamente significativas, entre a pré e pós intervenção ao nível dimensão PO ($t(27) = -1.796$; $p = 0.084$; $d = 0.376$; dimensão de efeito médio). Apesar de não existirem diferenças estatísticas significativas, existe uma evolução da perceção média, considerando que o valor da média apresentou um aumento entre a pré-intervenção (34.79) e a pós-intervenção (36.71).

Tabela 5. Estatística descritiva e comparação pré e pós-intervenção Dimensão PB

	Média	Desvio padrão	t	p	d
Pré	34.79	4.50	-1.796	0.084	0.376
Pós	36.71	5.69			

As alunas antes da intervenção apresentam, em média, 63.25% da perceção máxima. Pós intervenção passa a 66.75%. Esta mudança positiva ocorreu após experienciarem diferentes propostas de integração da RE nos processos de ensino e aprendizagem, que, de acordo com os resultados apresentados, permitiram reforçar a sua perceção acerca de potenciais obstáculos à integração da RE nas práticas letivas.

Discussão

Este estudo procura compreender o contributo da intervenção proposta para as mudanças ocorridas na perceção das alunas de uma turma da FIP do 1.º CEB, relativamente aos potenciais benefícios e potenciais obstáculos da integração da RE nas suas práticas letivas.



Uma das principais mudanças identificadas na percepção das alunas (PB e PO) prende-se com a neutralidade. Os resultados apresentados por Khanlary (2016), na aplicação do instrumento original, identificam valores reduzidos para a neutralidade na dimensão PB, sendo quase inexistentes na dimensão PO. Argumenta-se que esta discrepância está relacionada com a amostra. O estudo de Khanlary (2016) recorreu a professores em serviço, com vários anos de experiência, conhecedores da realidade das escolas e das suas turmas, ao passo que este estudo conta com a participação de alunas da FIP, em que a grande maioria nunca teve qualquer contacto com RE em contexto de educação formal. Consideramos que a participação em tarefas que integrem a RE durante a intervenção contribuiu para esta diminuição da neutralidade, corroborando os resultados de Kim et al (2015), em que a componente emocional, fruto de nunca terem participado em tarefas que integrem a RE, influenciou a percepção de autoeficácia e disponibilidade em identificar potencialidades e restrições das plataformas de RE.

No que diz respeito à dimensão PB, os resultados deste estudo apresentam uma percepção média bastante positiva e superior ao reportado por Khanlary (2016). Argumentamos que o facto das alunas da FIP terem uma maior exposição ao uso da tecnologia e desta fazer parte da sua formação pode contribuir para que se encontrem numa etapa de aceitação da integração da tecnologia nos processos de ensino e de aprendizagem, assumindo uma postura favorável (Niess et al., 2009).

A mudança nos itens Q3, Q4, Q5, Q6 e Q7 apresenta evidências de que no pós-intervenção as alunas passaram a perceber a integração da RE como um contributo positivo para o desenvolvimento do raciocínio matemático, de competências de resolução de problemas de comunicação matemática e trabalho em equipa. Argumentamos que tal se deve às características da intervenção, em particular à participação em tarefas que integraram RE num ambiente de aprendizagem colaborativa (Anwar et al., 2019; Athanasiou et al., 2019; Kim et al., 2015), bem como ao *design* e discussão dos cenários de aprendizagem (Matos, 2014; Piedade et al., 2018).

Na dimensão PO, existem evidências de que no pós-intervenção percebem a escassez de robots nas escolas, computadores e software como um obstáculo mais significativo à integração da RE nas práticas letivas (Q12, Q13 e Q15). As alunas experienciaram propostas de integração de RE que procuraram enfatizar a influência do tempo de inatividade no desenrolar das atividades. As potencialidades e restrições das diferentes plataformas de RE e o modo como condicionam as propostas de cenários de aprendizagem foram objeto de discussão, suportada pelo modelo conceptual TPACK (Koehler & Mishra, 2009; Mishra, 2019), procurando criar condições para que concluam que é necessário uma integração adequada da RE nos processos de ensino e de aprendizagem para que possam ocorrer aprendizagens por parte dos seus futuros alunos do 1.º CEB. Desta forma, consideramos que a componente reflexiva, a par da mobilização de conceitos científicos para o *design* dos cenários de aprendizagem (Matos, 2014; Piedade et al., 2018), contribuiu para a mudança identificada nestes itens.

Ainda na dimensão PO, verificou-se um aumento nas respostas no nível 1 (Discordo completamente) relativamente aos alunos do 1.º CEB serem demasiado jovens para trabalharem com RE (Q16). À semelhança do relatado por Kim et al (2015), a percepção das plataformas



de RE serem algo complexo e de difícil manipulação, deve-se ao desconhecimento e ausência de experiência com este tipo de artefactos, pré-conceção desconstruída com a participação nas tarefas da intervenção. Mudanças semelhantes ocorreram relativamente às alunas da FIP perceberem o currículo do 1.º CEB como demasiado extenso para haver tempo para a RE (Q17) e a integração da RE não contribuir para aprendizagens necessárias para as provas de avaliação (Q19). O *design* de cenários de aprendizagem forçou o estabelecimento de objetivos de aprendizagem com ligações curriculares e de estratégias que os permitissem alcançar. As tarefas implementadas na intervenção assumiram um cariz interdisciplinar (Athanasίου et al., 2019), procuraram tornar concretos conceitos matemáticos abstratos e explorar problemas do mundo real (Anwar et al., 2019), características que as alunas procuram incluir nas suas propostas de cenários de aprendizagem. Consideramos que estas valências da intervenção influenciaram a mudança na perceção das alunas no pós-intervenção.

Conclusões

Respondendo à questão de investigação, considera-se que os argumentos apresentados na discussão de resultados permitem afirmar que as características da intervenção influenciaram de forma positiva a perceção das participantes relativamente aos potenciais benefícios e potenciais obstáculos da integração da RE nas suas futuras práticas letivas. As alunas da FIP passaram a valorizar as potencialidades e restrições das plataformas de RE e a forma como influenciam a integração da RE nos processos de ensino e aprendizagem, criando condições para o desenvolvimento do raciocínio matemático, de competências de resolução de problemas, de comunicação matemática e trabalho em equipa. Destaca-se também a alteração na perceção global sobre os alunos do 1.º CEB serem demasiado jovens para trabalharem com RE, bem como sobre o currículo do 1.º CEB ser demasiado extenso para haver tempo para a RE e a integração da RE não contribuir para aprendizagens necessárias para as provas de avaliação.

Esta intervenção explorou o *design* e discussão de cenários de aprendizagem hipotéticos, adaptados ao contexto de estágio das participantes. Espera-se que os resultados do estudo em curso, com a implementação dos cenários de aprendizagem junto das turmas de estágio, possam contribuir para a discussão em torno do desenvolvimento do conhecimento didático de futuras professoras do 1.º CEB necessário para a integração adequada da RE nas práticas letivas.

Contribuições dos autores

Conceptualização: Ricardo Silva, Cecília Costa e Fernando Martins; Análise formal: Fernando Martins; Investigação: Ricardo Silva; Curadoria de dados: Ricardo Silva; Escrita - Esboço original: Ricardo Silva; Escrita - Revisão & Edição: Ricardo Silva, Cecília Costa e Fernando Martins; Supervisão: Cecília Costa e Fernando Martins.



Financiamento

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/50008/2020 (IT), UIDB/00194/2020 (CIDTFF) e no âmbito da Bolsa de Investigação 2020.06821.BD. Este trabalho também recebeu apoio do Instituto de Investigação Aplicada (i2A) do Politécnico de Coimbra no âmbito da Isenção para Investigação Aplicada (Despacho n.º 7333/2020).

Referências

- Alimisis, D. (2012). Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy. *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education*, 7–14.
- Alimisis, D. (2019). Teacher Training in Educational Robotics: The ROBOESL Project Paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 279–290. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>
- Angeli, C., & Jaipal-Jamani, K. (2018). Preparing Pre-service Teachers to Promote Computational Thinking in School Classrooms. Em *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 127–150). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_7
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9(2), 19–42. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Athanasiou, L., Mikropoulos, T. A., & Mavridis, D. (2019). Robotics interventions for improving educational outcomes—A meta-analysis. *Communications in Computer and Information Science*, 993, 91–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_7
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (Eighth edition). Routledge.
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>
- eMedia. (2019). *Educational Robotics*. eMedia (MEdia literacy and DIgital citizenship for All).
- Huang, R., & Zbiek, R. M. (2017). Prospective Secondary Mathematics Teacher Preparation and Technology. Em *The Mathematics Education of Prospective Secondary Teachers Around the World* (pp. 17–23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3_3
- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175–192. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability (Switzerland)*, 10(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320–330. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106>



- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers and Education*, 91, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kim, C., Yuan, J., Gleasman, C., Shin, M., & Hill, R. B. (2017). Preparing pre-service early childhood teachers to teach mathematics with robots. *Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL*, 2, 617–620.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1).
- Kucuk, S., & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers and Education*, 111, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Kuhl, P. K., Lim, S.-S., Guerriero, S., & van Damme, D. (2019). *Developing Minds in the Digital Age*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/developing-minds-in-the-digital-age_562a8659-en
- Marôco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (3.ª ed.). ReportNumber.
- Matos, J. F. (2014). *Princípios Orientadores para o Design de Cenários de Aprendizagem*. Instituto de Educação. https://drive.google.com/open?id=0Bw9_y3mpURWiUFpsV2cxS2FyVkk
- Miller, D. P., & Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for Education. Em *Springer Handbook of Robotics* (pp. 2115–2134). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_79
- Ministério da Educação. (2021). *Aprendizagens Essenciais: Matemática*. Ministério da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/a_e_mat_1.o_ano.pdf
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Niess, M., Ronau, Robert N., Shafer, Kathryn G., Driskell, Shannon O., Harper, Suzanne R., Johnston, Christopher, Browning, Christine, Ozgun-Koca, S. Asli, & Kersaint, Gladis. (2009). Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 9(1), 4–24. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/mathematics/mathematics-teacher-tpack-standards-and-development-model/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas* (Second edition). Em *Basic Books* (Vol. 1). Basic Books, Inc.
- Pedersen, B. K. M. K., Larsen, J. C., & Nielsen, J. (2020). The Effect of Commercially Available Educational Robotics: A Systematic Review. Em M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh, & D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education* (pp. 14–27). Springer International Publishing.
- Pedro, A., Piedade, J., Matos, J. F., & Pedro, N. (2019). Redesigning initial teacher's education practices with learning scenarios. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36(3), 266–283. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0131>
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2014). *Análise de Dados para Ciências Sociais: A complementaridade do SPSS* (6.ª ed.). Edições Sílabo, Lda.
- Piaget, J. (1973). *To Understand is to invent: The future of education*. Grossman Publishers.
- Piedade, J., Pedro, A., & Matos, J. F. (2018). Cenários De Aprendizagem Como Estratégia De Planificação De Aulas na Formação Inicial De Professores: O Exemplo Da Área De Informática. Em *Práticas na Docência da Pós-Graduação: Tecnologias e significâncias* (p. 21). EDUFMA.
- Ramos, J. L. P., Espadeiro, R. G., & Monginho, R. (2022). *Introdução à programação, robótica e ao pensamento computacional na educação pré-escolar e 1.º ciclo do ensino básico. Necessidades de formação de educadores e professores*. Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora.



- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Em Y. Punie (Ed.), *Joint Research Centre (JRC) Science for Policy report*. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Santos, A. I., Pereira, D., Botelho, N., Medeiros, P., & Cascalho, J. M. (2023). Robotics for Young People in AZORESminiBOT. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(1), 33–41. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.1.1777>
- Schina, D., Esteve-González, V., & Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: Characteristics, best practices and recommendations. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2831–2852. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10377-z>
- Souza, C. de, Júnior, A. S., & Barbosa, F. (2019). A interseção da robótica educacional e a matemática na formação inicial de professores: Reflexões acerca das conexões matemáticas. Em N. Amado, A. P. Canavarro, S. Carreira, R. S. Ferreira, & I. Vale (Eds.), *Livro de Atas do EIEM 2019, Encontro de Investigação em Educação Matemática* (pp. 387–400). SPIEM.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2015). Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Helping Teachers Learn to Better Incorporate Student Thinking. Em *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue* (pp. 375–388). American Educational Research Association. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-43-1_29
- Tankiz, E., & Atman Uslu, N. (2022). Preparing Pre-Service Teachers for Computational Thinking Skills and its Teaching: A Convergent Mixed-Method Study. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09593-y>
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Educational Technology and Society*, 19(2), 148–163. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.2.148>
- Zhong, B., & Xia, L. (2020). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79–101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>