

**Robótica educacional no ensino de matemática:
uma análise de produções científicas brasileiras**

**Educational robotics in Mathematics teaching:
an analysis of Brazilian scientific productions**

**La robótica educativa en la enseñanza de las matemáticas:
un análisis de las producciones científicas brasileñas**

Rodrigo dos Santos Ferreira

Universidade Federal do Oeste da Bahia (Ufob), Barreiras/BA - Brasil

André Pereira da Costa

Universidade Federal do Oeste da Bahia (Ufob), Barreiras/BA - Brasil

Resumo

Esta pesquisa buscou analisar a abordagem da robótica educacional no ensino de matemática, a partir da literatura brasileira mais atual, publicada em periódicos entre 2010 e 2019, cujo escopo foi o ensino de matemática e/ou ciências. Foram analisados os propósitos, as metodologias, o público-alvo, as concepções de robótica educacional e os benefícios apresentados pelos pesquisadores, ao vincularem o ensino de matemática ao emprego desse recurso tecnológico. Constatou-se que a robótica educacional é uma ferramenta promissora que, associada à disciplina de matemática, promove autonomia, gera motivação, instiga a interdisciplinaridade, conecta teoria e prática pela resolução de problemas empíricos e, de forma geral, é um recurso didático potencial, cujo êxito está condicionado a um bom investimento, planejamento didático e capacitação em níveis de administração, gestão e docência.

Palavras-chave: Robótica educacional, Ensino, Matemática

Abstract

This article presents research that aimed to analyze how educational robotics in mathematics teaching has been discussed in the most current Brazilian literature, published in journals between 2010 and 2019, whose scope contains the teaching of mathematics and/or science. The purposes, methodologies, target audience, conceptions of educational robotics, and benefits presented by researchers when linking mathematics teaching to use this technological resource were analyzed. It was found that educational robotics is a promising tool that, associated with the discipline of mathematics, promotes autonomy, generates motivation, instigates interdisciplinarity, connects theory and practice by solving empirical problems, and, in general, is a potential didactic resource whose success it is conditioned to a good investment, didactic planning and training in administration, management, and teaching levels.

Keywords: Educational robotics, Teaching, Mathematics

Resumen

Este artículo presenta una investigación que tuvo como objetivo analizar cómo la robótica educativa en la enseñanza de Matemáticas ha sido discutida en la literatura brasileña más actual, publicada en revistas entre 2010 y 2019, cuyo ámbito contiene la enseñanza de Matemáticas y/o Ciencias. Se analizaron los propósitos, metodologías, público objetivo, concepciones de la robótica

educativa y los beneficios que presentan los investigadores al vincular la enseñanza de las Matemáticas al uso de este recurso tecnológico. Se encontró que la robótica educativa es una herramienta promisorio que, asociada a la disciplina de las Matemáticas, promueve la autonomía, genera motivación, instiga la interdisciplinariedad, conecta teoría y práctica mediante la resolución de problemas empíricos y, en general, es un potencial recurso didáctico cuyo éxito es condicionado a una buena inversión, planificación didáctica y capacitación a nivel de administración, gestión y docencia.

Palabras clave: Robótica Educativa, Enseñando, Matemáticas

1. Introdução

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas aulas de matemática é uma tendência em educação matemática que vem ganhando força, à medida que a tecnologia se desenvolve e influencia a sociedade, os pensamentos e as culturas (SANTANA; MARIN; MARCO, 2015). Entender como esse movimento impacta a educação e, especificamente, o ensino de matemática, é relevante em várias vertentes, sejam elas de atualização de currículo, implementação de novas práticas pedagógicas ou modificação do planejamento do professor.

A robótica educacional surge como um dos impactos dessa evolução tecnológica, neste caso, na educação. Tal robótica educativa não é recente. Tem seus primórdios nos anos 1960, com os trabalhos de Seymour Papert¹, que defendia o uso do computador nas escolas como um recurso que atraía as crianças. Na perspectiva de sua teoria sobre o construtivismo, pode ser entendida como

um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, em que o aprendiz tem acesso a computadores e *softwares*, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores, rodas e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. (GOMES *et al*, 2010, p. 206)

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) cita a robótica, brevemente, como um itinerário formativo do ensino médio, que permite uma flexibilização da organização curricular. Ela concede aos estudantes opções de escolha, com foco em uma área do conhecimento, na formação técnica e

¹ Cientista e pesquisador do MIT - Massachusetts Institute of Technology

profissional ou na mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas.

Dessa forma, o problema desta pesquisa é: Como a robótica educacional no ensino de matemática vem sendo discutida na literatura brasileira mais atual, publicada em periódicos, cujo escopo contenha o ensino de matemática e/ou de ciências?

O objetivo deste trabalho é analisar como a robótica educacional no ensino de matemática vem sendo discutida na literatura brasileira mais atual, publicada em periódicos no período de 2010 a 2019, cujo escopo contenha o ensino de matemática e/ou ciências.

Foram considerados, confrontados e analisados os propósitos, as metodologias, o público-alvo, as concepções de robótica educacional, as limitações e benefícios e uma série de outras informações apresentadas pelos pesquisadores, ao vincularem o ensino de matemática ao emprego desse recurso tecnológico.

1.1 Robótica educacional

A tecnologia vem conquistando seu espaço na sociedade, gradativamente, há algum tempo, com uma aceleração considerável nos últimos anos. Especialmente, nos últimos 10 anos, ela não apenas se difundiu, como ganhou subcategorias, definições e aplicações próprias. Está totalmente atrelada ao que representa a Internet e, muito por conta dela, adquiriu o *status* de moldar comportamentos, opiniões, culturas. Certamente, a tecnologia será protagonista nos próximos passos da “evolução” da humanidade.

A robótica está nessas “subcategorias” e é um exemplo de recurso que progrediu de algo distante e restrito aos meios industriais (baseando-nos no passado recente), para uma proposta educacional amplamente discutida como ferramenta de aprendizagem em sala de aula. Antes de discutir esse aspecto propriamente dito, é importante sintetizar e definir algumas coisas. Gomes *et al* (2010, p.206) exaltam os benefícios da robótica e seu caráter interdisciplinar, atrelados inclusive à matemática, ao afirmar que

Além de envolver conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô, são utilizados recursos pedagógicos para que se estabeleça um ambiente de trabalho escolar agradável. Aí, se simula uma série de

acontecimentos, muitas vezes da vida real, com alunos e professores interagindo entre si, buscando e propiciando diferentes tipos de conhecimentos, inclusive e principalmente, a matemática.

Buscando no dicionário Aurélio², encontramos que a robótica é a “ciência e técnica da concepção e construção de robôs”. No entanto, um breve aprofundamento sobre o tema nos induz à necessidade de destrinchar e afunilar mais essa definição, visto que o termo robótica possui diferentes significados, dependendo do contexto no qual está inserido.

Santos (2004), pesquisador e professor da área de robótica e sistemas inteligentes, entende a robótica como a associação entre um robô e uma linguagem de programação, enquanto a engenharia robótica estaria mais ligada à construção de robôs e dispositivos robóticos.

Otoni (2010), por sua vez, a define como o ramo da tecnologia que engloba mecânica, elétrica e programação, relacionados a sistemas compostos por circuitos integrados que são controlados, manual ou automaticamente, por circuitos elétricos.

Com relação à perspectiva educacional, Santos, Moura e Araújo (2017) entendem que a robótica educacional surge como um recurso didático que pode contribuir para os processos de ensino e aprendizagem, citado nos em objetivos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Afirmam também que essa área vem incorporando os métodos de ensino, utilizada já nos anos iniciais do ensino fundamental, para demonstrar que é divertido aprender. Nos anos escolares mais avançados, pode permitir que o aluno aplique conceitos aprendidos em aulas teóricas e favorecer o desenvolvimento de habilidades, tais como raciocínio lógico, criatividade, responsabilidade e cooperação.

O portal EducaBrasil define a robótica educacional como um ambiente de aprendizagem que reúne materiais de sucata ou *kits* de montagem, com motores e sensores programados por meio de *softwares* que definem seu funcionamento (MENEZES; SANTOS, 2015). O mesmo portal enfatiza a importância da experimentação na educação aliada à forma como pode ser associada às artes, à cibernética, ao *design*, à física, à matemática, à motricidade e à vida artificial.

² <https://www.dicio.com.br/robotica/>. Acesso em: 01 ago. 2020

Enfatizando a interação entre professor e aluno, Silva (2009) acrescenta que a robótica educativa é uma ferramenta que instiga a motivação, colaboração, construção e reconstrução, chamando a atenção para a interdisciplinaridade, evocada justamente para que seja possível a construção de modelos robóticos aplicáveis na vida real.

Mesmo que as discussões tenham se intensificado na última década (considerando aqui que a ampla aplicação desse recurso é algo que ainda demandará tempo), a relação entre robótica e educação vem sendo construída desde o século XX e tem como principal precursor Seymour Paper. Matemático e educador da África do Sul, lecionou no Massachusetts Institute of Technology (MIT) dos Estados Unidos, começou seus estudos focados na robótica como objeto de aprendizagem na década de 1960. Ele percebeu o potencial lúdico e atrativo do computador sobre as crianças e desenvolveu a linguagem LOGO, baseado no projeto de locomoção de uma tartaruga, com base em comandos de um usuário (SILVA, 2009).

Outra contribuição de Seymour Paper é a concepção do construcionismo, que, atrelado a ideia do construtivismo de Piaget, prega a autonomia epistemológica, ao buscar ensinar de forma que se produza a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino (PAPER, 2008). O autor se vale do provérbio africano que defende ser mais produtivo ensinar um homem que tem fome a pescar do que simplesmente lhe dar o peixe. Nesse sentido, o construcionismo defende um ensino em que os estudantes aprendam melhor por meio de descobertas, apoiados moral, psicológica, intelectual e materialmente por seus tutores.

O computador é citado pelo pesquisador justamente como tal “instrumento de pesca”, por meio do qual a criança pode buscar o que precisa, apoiada em um constante processo de experimentação. A matemática é uma das áreas beneficiadas, já que sua linguagem está estritamente presente como o meio e/ou fim de projetos e programações que os estudantes precisam entender e saber aplicar.

Apoiado nesse caráter experimental, a robótica educacional é defendida por educadores e pesquisadores, bem como pelos autores deste artigo, por ter potencial metodológico de desenvolver no estudante uma série de competências, tais como: raciocínio lógico, relações interpessoais e

intrapessoais, interdisciplinaridade, representação e comunicação, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação de teorias na prática, capacidade crítica e trabalho investigativo (ZILLI, 2004).

Vale salientar que, apesar de estar presente em algumas escolas e currículos, a robótica é mencionada apenas uma vez na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), tratada como itinerário formativo dentro da matemática e suas tecnologias, tal como posto a seguir:

II - matemática e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, **robótica**, automação, inteligência artificial, programação, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino. (p. 477, grifo nosso)

Ou seja, apesar de ser interessante e importante o relacionamento posto entre matemática e robótica, fica subentendida a necessidade de uma maior exploração dessa temática dentro das bases nacionais.

Um elemento fundamental para a realização de uma atividade com robótica é a escolha do material, condicionada a uma série de fatores, como custo, facilidade de manuseio e manutenção. Fornaza (2015), ao comparar três dos principais *kits* de robótica aplicados na educação (Fischertechnik, Mindstorm e Arduino), constata que o seu custo dificulta a aquisição em contextos menos favorecidos, nos quais, potencialmente, seriam transformadores da educação. Nesse sentido, indicam o Arduino como o mais acessível.

Outro fator determinante na hora de escolher com qual material trabalhar em sala de aula é a exigência técnica e intelectual necessária para seu manuseio. Portanto, chama-se a atenção para a relevância e necessidade de investimento em formação inicial e continuada de professores, para que sejam capazes de lidar com e criar problemas de caráter técnico e didático.

1.2 Ensino de matemática

A educação matemática é um ramo da educação e uma especialização da matemática que existe por conta do caráter universal da disciplina, que permite análises e comparações de rendimento, baseadas em métodos e concepções de ensino (D'AMBROSIO, 1993). Sua identificação como área

própria da educação ocorre entre os séculos XIX e XX, através de John Dewey (1859-1952).

Em 1895, no seu livro *Psicologia do número*, ele propôs uma reação contra o formalismo e uma relação mais harmônica entre alunos e professores, aliados à defesa da interdisciplinaridade. Sua consolidação como disciplina e subárea ocorre com a fundação da Comissão Internacional de Instrução Matemática, conhecida pelas siglas IMUK/ ICMI, sob liderança de Felix Klein, que defendia uma abordagem mais psicológica do que sistêmica do ensino (MIGUEL; GARNICA; D'AMBROSIO, 2004).

A proposta de avaliar a robótica educacional no contexto do ensino de matemática evidencia o caráter individual e próprio da educação matemática no âmbito das implicações e especificidades geradas através dessa interação. De uma forma geral, a robótica nas escolas surge como um recurso que, apoiado em tendências sociais e contemporâneas, busca estabelecer uma relação biunívoca entre o interesse do estudante e a relevância daquilo que ele estuda.

As discussões sobre metodologia de ensino da matemática são longevas e têm com uma de suas principais pautas justamente o caráter empírico da disciplina e as diferentes formas de explorá-la. A proposta de um método, seja ele qual for, precisa estar alicerçada em intenção didática, para que seja possível extrair resultados de sua aplicação e, conseqüentemente, tecer análise sobre eles. Daí a relevância de se debater sobre conceitos de problema, tarefa, planejamento, representação e experimentação nas aulas de matemática.

Sob a discussão da importância de um ensino de matemática pautado no interesse do aluno e na aplicabilidade do que ele estuda, Paper (2008) relaciona as dificuldades que os alunos têm com disciplina e a predisposição e empenho deles para explorar e entender complexos sistemas codificados de jogos, em buscas de estratégias ou “trapaças” que lhes concedam algum tipo de vantagem. Ele faz uma crítica à tendência desenvolvida no ápice do movimento da matemática moderna, que pregava o processo do pensamento abstrato e científico, em detrimento dos demais. Além disso, defende que, muitas vezes, é partir de atividades como as de programação, que se compreendem conceitos, como os de fração, de forma mais sensata e concreta.

O Construcionismo de Paper (2008), nesse sentido, atribui importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorre na cabeça,

tornando-as menos mentalistas. Esse processo ocorre de forma mais agradável, quando baseado em um tipo de construção mais pública, imersa no mundo real, tal como com um projeto em Lego, com um programa de computador ou uma teoria do universo.

2. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa, quanto aos seus objetivos, é descritiva e, quanto aos seus procedimentos, é bibliográfica, dado que tem por base a descrição das características de um determinado fenômeno (robótica educacional no ensino de matemática), estabelecendo a relação entre diferentes variáveis que o condicionam e influenciam através do levantamento de material (artigos) produzido e publicado em revistas científicas (GIL, 2002).

Tal levantamento levou em conta critérios pré-estabelecidos, com a intenção de que os dados coletados fossem representativos. Foi utilizado como base de análise o documento contendo todas as revistas com seus respectivos QUALIS no ano de 2019 . Consideraram-se, assim, revistas que tinham seu escopo, ou parte dele, voltado para educação matemática e ensino, com QUALIS de A1 a C, entre os anos de 2010 e 2019.

Dentro de cada revista, através da *tag* “robótica”, foram filtrados os artigos que tinham como principal objeto de análise a robótica associada ao ensino de matemática. Foram descartados, dessa forma, produções que relacionavam, por exemplo, a robótica à física, e aqueles em que ela foi utilizada como instrumento de execução, e não, essencialmente, didático (como alguns trabalhos de engenharia).

Coletados e lidos, os artigos foram classificados em três categorias mutuamente exclusivas:

- Trabalhos que discutiram a robótica educacional como recurso didático no ensino de Matemática – **TAE**
- Trabalhos que discutiram a robótica educacional na formação de professores –**TFP**
- Trabalhos que realizaram estudos bibliográficos sobre o uso da robótica educacional no ensino de matemática - **TEB**

A primeira categoria engloba todos os trabalhos realizados por professores e pesquisadores em escolas, com alunos do nível básico e técnico,

cujo foco foi dado às inferências da robótica educacional na aprendizagem dos estudantes.

Na segunda, consideramos as produções em que o produto da pesquisa foi a proposição da robótica educacional como método de ensino na formação de graduandos em licenciatura em matemática, geralmente, atrelado às atividades de estágio.

Na última, reunimos os trabalhos que, assim como este, se propuseram a fazer algum levantamento acerca da robótica educacional vinculada ao ensino de matemática.

Além dessas categorias, foram extraídas algumas informações-chave de cada trabalho, como forma de entender mais especificamente a discussão em torno do tema. Por fim, apresentamos o quadro teórico, contendo as informações bibliográficas dos dados coletados, cuja análise será explanada no próximo tópico.

Quadro 1 - Relação de artigos científicos coletados.

AUTOR	ANO	TÍTULO	REVISTA
CERCILIAR <i>ET AL</i>	2011	Trabalho coletivo com mídia na robótica educacional	Educação temática digital
SANTOS E MENDONÇA	2016	Aplicação da robótica educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo	RENOTE
WILDNER, QUARTIERI E REHFELDT	2016	Robomat: um recurso robótico para o estudo de áreas e perímetros	RENOTE
CORRÊA, MACHADO, GÓES E LUZ	2017	Tecnologia educacional e sala de aula: a robótica educacional e a expressão gráfica integradas no ensino e aprendizado de matemática	RENOTE
FRANCA, PEREIRA E GAMA	2017	O uso da robótica pedagógica como uma tecnologia educacional para o ensino de matemática e áreas afins	Revista ciência é minha praia
MAFRA, ARAÚJO, SANTOS E MEIRELES	2017	Ensino de matemática e a robótica educacional: uma proposta de investigação tecnológica na educação básica	REMATEC
PUZISKI	2017	Construindo uma calculadora: uma atividade envolvendo robótica, programação e matemática	REMAT
SILVEIRA JÚNIOR, COELHO E SANTOS	2017	Robótica nas aulas de matemática do ensino médio: uma proposta educacional e de baixo custo.	Experiências em ensino de ciências (Ufrgs)

CAVALCANTE E LINS	2017	Análise de erros: robótica educacional e raciocínio proporcional	Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática
SILVA E CARVALHO	2018	Pensando a robótica na educação básica	Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática
BRITO, MOITA E LOPES	2018	Robótica educacional: desafios e possibilidades no trabalho interdisciplinar entre matemática e física	Ensino da Matemática em Debate
MACHADO E GAUTERIO	2018	O pensamento computacional na escola: o uso da robótica no ensino fundamental para potencializar as aprendizagens matemáticas	REDIN
SILVA ET AL	2018	Uso da robótica como ferramenta para o ensino das ciências exatas	Cataventos
SOUZA, SILVA E SOUZA JUNIOR	2018	O uso do Geogebra e da robótica nas séries iniciais	Educação Matemática em Revista
RIBEIRO E BARBOSA	2019	Robótica educacional e a matemática: um projeto de extensão no interior do cerrado de Goiás	Revista Extensão & Cidadania
FARIAS E SILVA	2019	Utilizando robótica educacional na construção de gráficos de funções com alunos do 1º ano do ensino médio	Educação Matemática em Foco (UFPB)
PETINI	2019	A teoria das situações didáticas no desenvolvimento de atividades com robótica educacional	Educação Matemática Pesquisa
SANTANA, ALVES E SANTOS	2019	Robótica como ferramenta criativa para o ensino de matemática em organizações não governamentais (ongs)	Revista Expressão Científica
SILVA E SOUZA JUNIOR	2020a	Educação matemática inventiva: interfaces entre universidade e escola	Revista de Ensino de Ciências e Matemática
SILVA E SOUZA JUNIOR	2020b	O uso da robótica na perspectiva da educação Matemática inventiva	Educação temática digital
CASAGRANDE E TRENTIN	2020	Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais e na robótica	Revista de Ensino de Ciências e Matemática

CARNIELLO E ZANOTELLO	2020	Desenvolvimento de habilidades digitais na escola por meio da integração de jogos digitais, programação e robótica educacional virtual	Revista de Ensino de Ciências e Matemática
-----------------------	------	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

3. Análise e discussão

Foram coletados e lidos 45 artigos, dos quais, após processo de análise e filtro com base nos critérios mencionados *a priori*, 21 foram selecionados e distribuídos pelas categorias TEB, TFP e TAE, cujo resultado quantitativo é o Quadro 2. Excluíram-se todas as produções que não se enquadravam em todos os critérios estabelecidos *a priori*.

Quadro 2 - Distribuição, por categorias, dos dados filtrados

CATEGORIAS	SIGLA	QUANT.
Trabalhos que realizaram estudos bibliográficos sobre o uso da robótica educacional no ensino de matemática	TEB	01
Trabalhos que discutiram a robótica educacional na formação de professores	TFP	04
Trabalhos que discutiram a robótica educacional como recurso didático no ensino de matemática	TAE	16
		21

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise qualitativa desse levantamento será apresentada por tópicos, de acordo com cada categoria, considerando todos os aspectos reunidos com base no Quadro 2.

2.1 Trabalhos que realizaram estudos bibliográficos sobre o uso da robótica educacional no ensino de matemática (TEB)

Nesta categoria, foi filtrado apenas o trabalho de Carniello e Zanotello (2020), que teve como foco uma plataforma de jogos com robôs virtuais chamada CoSpace Rescue. Através de uma revisão de literatura, os autores analisaram o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional em alunos do ensino básico, como forma de incrementar sua formação nas áreas de matemática e ciências naturais, a partir da comunhão e integração da robótica educacional, jogos digitais e programação.

Com a premissa do quão estreita e indissociável se encontra a relação entre sociedade e tecnologia, Carniello e Zanotello (2020) partem do conceito de Revolução Industrial 4.0, marcada por sua integração aos sistemas físicos

cibernéticos e a Internet, para justificarem a necessidade de um papel ativo da escola na formação de alunos, que não apenas consumam, mas tenham uma visão crítica e ativa sobre tais tecnologias.

O pensamento computacional é um termo que designa, basicamente, a resolução de problemas e análise do comportamento humano, por meio de conceitos e elementos da ciência da computação, confrontando os limites e a relevância de ação do homem e do computador (WING, 2016). A STEAM é uma sigla americana que sintetiza a aplicação e relação existente entre Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática, defendida pelos autores como instrumento de interdisciplinaridade na educação.

Com base em Weintrop *et al* (2016), Carniello e Zanotello (2020) ratificam a relação recíproca existente entre as STEAMs e o pensamento computacional. Debatem sobre uma taxonomia para sua inserção nas aulas de matemática, com base nas práticas de dados, de modelagem e simulação, de solução de problemas computacionais e de pensamento sistêmico. Ainda nesse sentido, adaptam de Sneider *et al* (*apud* CARNIELLO; ZANOTELLO, 2020) um estudo que busca entender essa relação entre o pensamento computacional e a matemática.

O trabalho enfatiza a relevância da robótica, justamente como ferramenta de resolução de problemas, através do pensamento computacional, dado que ela instiga o aluno a identificar problemas/objetivos gerais para o robô e destrinchar seus passos de resolução (SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE *apud* CARNIELLO; ZANOTELLO, 2020). Nesse âmbito, justificam a análise do CoSpace Rescue, plataforma desenvolvida pelo Centro de Robótica Avançada e Controle Inteligente (Advanced Robotics and Intelligent Control Centre - Aricc) do Instituto Politécnico de Cingapura, na qual os alunos, em equipes, desenvolvem e programam robôs autônomos, reais e virtuais, para percorrer cenários e cumprir determinados objetivos.

Por meio da pesquisa, os autores respondem aos seus objetivos, afirmando ser necessário que a escola se posicione frente a essa revolução tecnológica, com o propósito de formar cidadãos críticos. Defendem o pensamento computacional aliado à sua transversalidade com as disciplinas escolares como instrumento, dado que tem o potencial de desenvolver habilidades, tais como raciocínio lógico, resolução de problemas, organização

de ideias e competências digitais. “Integrar o pensamento computacional às aulas de matemática e de ciências pode propiciar uma reflexão que orientará o ensino a novas perspectivas” (CARNIELLO; ZANOTELLO, 2020, p. 195).

2.2 Trabalhos que discutiram a robótica educacional na formação de professores (TFP)

Foram filtrados quatro trabalhos centrados na proposição da robótica vinculada à capacitação e formação de professores. Franca, Pereira e Gama (2017), Correa *et al* (2017) e Silva e Souza Junior (2020a, 2020b) convergem em seus objetivos, quando, em síntese, buscam na robótica educacional um método que facilite o ensino da disciplina de matemática, atrelado à forma como futuros profissionais da área recebem e lidam com essa tecnologia. Além disso, as concepções prévias dessa ferramenta por parte dos pesquisadores também se dirigiram às ideias de multidisciplinaridade, diversificação metodológica, incentivo à resolução de problemas e cooperativismo.

Nas diferentes propostas analisadas, foram empregados vários conceitos, tais como os de geometria, área, ângulo, perímetros, trigonometria, equação do 2º grau etc. Tal diversidade pontua o caráter multidisciplinar da robótica educacional. Quanto ao público-alvo, Franca, Pereira e Gama (2017) e Correa *et al* (2017) aplicaram suas pesquisas diretamente com licenciandos em matemática. Já Silva e Souza Junior (2020a, 2020b), apesar de relatarem oficinas aplicadas no ensino médio e técnico, concentraram suas análises na forma como os licenciandos em estágio de regência que ministravam essas atividades lidavam com a situação.

Aqui, foram utilizados os *kits* Lego Mindstorms NXT 2.0 e o Lego EV3. O primeiro é tido como o mais famoso do seguimento, por conta da durabilidade do *hardware* e a facilidade de manuseio, enquanto o segundo se caracteriza por ser um dos mais modernos do mercado, com maior capacidade de memória e processamento que permitem programações mais complexas (FORNAZA, 2015). O fato de serem projetos atrelados à universidade justifica a aquisição desse tipo de material mais avançado.

Quanto aos aportes teóricos/metodológicos empregados nas análises dos trabalhos, destacamos o que Silva e Souza Junior (2020a, 2020b) denominaram de matemática inventiva. Com base nas concepções de Rosimeri Dias

(formação inventiva de professores), Humberto Maturana e Francisco Varela (Autopoiese) e Virgínia Kastrup (Aprendizagem inventiva), é um

conjunto de ações e práticas do conhecer matemático aquecidas por um campo de problematizações, nas quais os sujeitos envolvidos vão coletivamente se autoproduzindo, durante a invenção de si e de mundo, o que denominamos como autoformação-inventiva. (p. 409)

A relação dessa teoria com a robótica educacional, segundo os pesquisadores, emergiu de fatores como a autonomia dos estagiários ao lidar de forma inventiva com essa ferramenta, quando se propuseram, durante as atividades, a inventar problemas como efeito de ações e prática de conhecer. Nesse sentido,

[...] enquanto os estagiários utilizavam os robôs para inventar suas propostas educacionais, eles também inventavam a si mesmos ao experimentarem momentos de autoformação-inventiva segundo a perspectiva que denominamos como Educação Matemática Inventiva. (SILVA; SOUZA JUNIOR, 2020a, 2020b, p. 417)

Em sua análise, Corrêa *et al* (2017) contataram que, antes da realização da pesquisa, nenhum integrante havia tido contato com a robótica, mas que houve uma indicação de fácil compreensão do *software* empregado, apesar de dúvidas acerca do conteúdo matemático envolvido e de imprecisões e erros comuns à programação. Isso realça a importância desse tipo de prática de capacitação ainda na academia, dado que pode ser desenvolvida concomitantemente às disciplinas da graduação, forçando o contato e o trabalho com déficits e problemas que poderiam emergir futuramente durante a prática profissional.

As principais constatações desses artigos giram em torno da relevância didática da robótica associada ao período de formação de professores de matemática. A interdisciplinaridade, a transversalidade, o dinamismo, as possibilidades de problematização e o caráter lúdico são alguns dos fatores que creditam esse veredito.

Franca, Pereira e Gama (2017) chamam a atenção justamente para a importância que dever ser dada à capacitação com relação à programação e demais aspectos técnicos da robótica, uma vez que esses futuros professores devem saber lidar com problemas técnicos e lógicos.

Silva e Souza Junior (2020a, 2020b) enfatizam ainda que os licenciandos, ao se apropriarem da robótica, não ficaram restritos apenas ao uso da matemática e à resolução de problemas, mas também à problematização dos mundos inventivos por meio da invenção de problemas relacionados aos conteúdos do ensino médio.

2.3 Trabalhos que discutiram a robótica educacional como recurso didático no ensino de matemática (TAE)

Aqui foram filtrados 16 artigos que têm como objeto de análise as implicações que o uso da robótica educacional tem sobre a aprendizagem em matemática de alunos do ensino básico.

De forma geral, a concepção de robótica educacional pregada pelos autores gira em torno de uma série de aspectos a serem gerados pela conexão entre escola e tecnologia. Corriqueiramente, tais aspectos estão voltados: à possibilidade de resolução de problemas práticos; à conquista do interesse pela curiosidade; à motivação dos estudantes ancorada ao desenvolvimento de sua autonomia; à inclusão digital que contempla alunos e professores; ao fator multifuncional oriundo da necessidade dos indivíduos de lidarem com várias tarefas ao mesmo tempo, aliadas aos conceitos (nesse caso, matemáticos) que precisam ser mobilizados para o êxito do que se propõe; e, por fim, à interdisciplinaridade que, presente de forma implícita e explícita, chama a atenção para as possibilidades de comunicação de diversas áreas do conhecimento, através da integração entre mecânica, elétrica e programação.

Por estar inserida em um contexto de análise epistemológica, muitas teorias de ensino/aprendizagem foram empregadas pelos pesquisadores para fins de análise de desempenho dos estudantes ou de elaboração da proposta de intervenção. Dessa forma, foram empregados o alinhamento construtivo, a teoria da atividade, o pensamento computacional, o construcionismo, o ambiente de aprendizagem, o método de trabalho impediante, os registros de representação semiótica, a teoria das situações didáticas e o construtivismo.

A maior parte das oficinas (68,75%) foi aplicada no ensino fundamental, o que pode ser justificado tanto por conta dos objetivos traçados pelos pesquisadores (centradas em uma proposta de apresentação da robótica de forma mais elementar e acessível), como também pelos conteúdos matemáticos

abordados (boa parte dos trabalhos voltaram-se para conceitos mais básicos, como de ângulos e proporcionalidade).

Isso não infere, todavia, a inviabilidade de trabalho com a robótica associada a temas mais complexos como fizeram Ribeiro e Barbosa (2019), ao propor a alunos do ensino fundamental a construção e programação de um robô que deveria percorrer e realizar movimentos específicos, exigindo dos envolvidos o conhecimento de conceitos de circunferência, formas geométricas, arcos trigonométricos e até função.

Com relação aos materiais, oito trabalhos utilizaram os *kits* da LEGO Mindstorms. A principal justificativa de escolha gira em torno do caráter didático do material e, tal como argumenta Franca, Pereira e Gama (2017), da facilidade de manuseio, que, além de ser um benefício para os estudantes, também facilita o trabalho do professor na hora de se planejar didática e tecnicamente.

Em cinco artigos, foram analisadas pesquisas envolvendo o Arduino, uma versátil plataforma de prototipagem eletrônica livre, de baixo custo e simples manuseio, mesmo para pessoas que possuem pouco ou nenhum conhecimento de eletrônica. Ela possui três elementos essenciais: o *hardware* (a placa propriamente dita), o *software* (a linguagem de programação) e a comunidade (grupo de pessoas que compartilham ideias e projetos envolvendo a plataforma na internet) (OLIVEIRA, 2018).

Silveira Júnior, Coelho e Santos (2017) justificam a escolha do material baseado na arquitetura Arduino em sua pesquisa, fundamentados justamente nos custos necessários para aplicação da robótica nas escolas, razão pela qual, geralmente, o uso da robótica educacional se concentra nas instituições particulares.

Um dos trabalhos, o de Cerciliar *et al* (2011), utilizou o robô BeetleBot, basicamente constituído de elementos simples e reaproveitados, não utilizando qualquer componente eletrônico ou programável. Os pesquisadores defendem a proposta de construção mais elementar, justamente, por ser um aporte para o desenvolvimento de projetos mais complexos. Destacam o sentimento de satisfação e autonomia dos estudantes, ao construírem seus próprios projetos, afirmando que a robótica

[...] vai muito além de conectar luzes, motores e montar maquetes: constitui um processo de superação dos problemas e dos desafios impostos por esta

proposta de trabalho, em que o aluno obtém o maior de todos os objetivos – o seu aprendizado. (CERCILIAR *et al*, 2011, p. 307)

Observou-se, nesses trabalhos, a defesa do valor didático do erro nos processos de aprendizagem dos estudantes, ao lidarem, principalmente, com a programação que, de fato, exige atenção, perspicácia e conhecimento, como defendido por Wildner, Quartieri e Rehfeldt (2016), Petine (2019) e Mafra, Araújo, Santos e Meireles (2017).

Outro aspecto interessante, levantando por Puziski (2017), é a resistência de muitos professores quanto ao uso das tecnologias computacionais em sala de aula, motivada, em parte, por receio que isso possa gerar um tipo de dependência, dado que os estudantes não terão acesso a esses recursos, em processos seletivos como concursos e o Enem. Nesse sentido, Cavalcante e Lins (2017, p.23) argumentam que “[...] não devemos depositar na Robótica Educacional o dever de gerar resultados ditos como corretos e aprendizagem dos alunos. A RE está incluída apenas como auxiliadora, dirigindo a matemática para uma realidade concreta”.

De uma forma geral, as principais constatações dos pesquisadores nessa categoria estão atreladas à efetivação das potencialidades da robótica educacional enunciadas no início desta seção. O compromisso didático de oferecer uma alternativa atual e lúdica, aliada ao interesse e motivação dos estudantes, foi um dos principais motivos dos bons *feedbacks* desta proposta.

3. Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi analisar como a robótica educacional no ensino de matemática vem sendo discutida na literatura brasileira mais atual, publicada em periódicos, cujo escopo contenha o ensino de matemática e/ou ciências.

Entendemos que a robótica educacional é uma proposta didática que surge como resposta imediata às transformações sociais guiadas pela tecnologia e que exigem uma adequação do contexto escolar, para que não apenas “fale a mesma língua” dos estudantes, mas também os prepare para um mercado de trabalho que se torna cada vez mais dinâmico e automatizado.

A matemática é, historicamente, uma disciplina marcada por altos índices de reprovação, reclamação e déficits de aprendizagem, muito por conta do seu

caráter regido por conjecturas, deduções, hierarquização e definições formais. Há também muitas pesquisas que têm como foco de análise o grau de responsabilidade que pode ser aferido às metodologias de ensino. De uma forma geral, todas essas pesquisas, voltadas para o estudo da robótica educacional atrelada ao ensino de matemática, são tentativas de amenizar esse estigma de complexidade, conferindo à disciplina um *status* empírico através de uma prática dinâmica e atual.

A capacitação docente para o trabalho com a robótica foi uma constante regida pela necessidade de o professor saber lidar com o recurso para além do superficial. Falhas técnicas (mecânicas, elétricas ou lógicas), erros de programação, problemas no sistema operacional ou *software* que está sendo usado, ou mesmo questionamentos dos estudantes que não estejam atrelados diretamente ao que está sendo discutido na aula são exemplos de situações que exigirão do professor um conhecimento razoável da área.

Fica claro também, através dos trabalhos, que, em razão da vasta quantidade de material disponível na forma de tutoriais, vídeos, projetos e artigos científicos, o docente não está desamparado. Trabalhos focados na preparação de licenciandos para o uso do recurso são excelentes iniciativas em prol dessa capacitação prévia. Além disso, é também evidenciado uma série de *kits* educacionais de fácil domínio que facilitam o manuseio por alunos e professores.

Apesar do aspecto lúdico, é importante que os professores tenham controle sobre a prática com a robótica educacional em sala de aula, buscando sempre evitar que ela seja um subterfúgio que acabe desviando a atenção de sua finalidade (nesse caso, o ensino de matemática) e acabe se tornando uma atividade meramente recreativa. Daí a importância dada por pesquisadores ao planejamento e a já referida capacitação prévia.

Outro fator que impacta diretamente o trabalho com a robótica educacional é o custo dos *kits*. Infelizmente, esse é um dos principais fatores que distanciam essa prática (desvinculada de pesquisas e projetos) da escola pública.

Nota-se nas pesquisas, tanto as de capacitação de professores quanto às direcionadas aos estudantes, que essa metodologia ainda soa como um evento, tanto em relação ao contato com a robótica (geralmente o primeiro) e à forma de execução. A tendência é que, gradativamente, a robótica adquira um *status*

intracurricular nas escolas. É necessário muito esforço das esferas públicas (investimento), dos professores (habilitação) e dos estudantes (comprometimento), para que o ensino público também seja beneficiado.

A robótica é essencialmente regida por princípios lógicos/matemáticos, do planejamento ao projeto, da programação à execução. Usa-se a lógica como recurso de otimização através de estruturas condicionais, relações geométricas para controle de precisão e funcionamento, funções para desenvolvimento de modelos que descrevem, delimitam e preveem o comportamento de um determinado construto. Além disso, faz uso de uma série de outros conceitos matemáticos que podem ser explorados em diferentes níveis de complexidade, contextos e áreas do conhecimento, justificando, assim, o porquê de a robótica educacional ser uma ferramenta promissora, interdisciplinar e transversal em sala de aula.

Esta pesquisa pode ser base ou estimular outros estudos que objetivem investigar a relação da robótica educacional com objetos matemáticos específicos, como a geometria ou as funções. Além disso, estimula discussões e, conseqüentemente, aprimoramentos desse potencial recurso no contexto da sala de aula.

Referências bibliográficas

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Segunda versão revista. Brasília: MEC/Consed/Undime, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 02 ago. 2020.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação matemática: uma visão do estado da arte. *Pro-posições*, v. 4, n.1, p. 7-17, 1993. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/49189185/ambrosiou.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2020.

FAUZA, Michel Jalil. *R.U.R. (Rossum's Universal Robots) e a gênese do robô na literatura moderna*. 2008. Dissertação (Mestrado em Teoria e História Literária) - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2008. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/270217>. Acesso em: 01 ago. 2020.

FORNAZA, Roseli; WEBBER, Carine G.; VILLAS-BOAS, Valquíria. Kits educacionais de robótica: opções para o ensino de ciências. *Scientia Cum Industria*, v. 3, n. 3, p. 142-147, 20 dez. 2015.

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v3iss3p142>. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/236125806>. Acesso em: 01 jan. 2020.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Cristiane Grava *et al.* *A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental*. São Paulo: Editora Unesp, 2010. Disponível em:

<https://books.scielo.org/id/bpkng/pdf/pirola-9788579830815-%2011.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Robótica educacional. In. EDUCABRASIL. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira*. São Paulo: Midiamix Editora, 2015. [S. p.]. Disponível em:

<https://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MIGUEL, Antonio *et al.* A educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. *Revista Brasileira de Educação*, n. 27, p. 70-93, dez. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782004000300006>. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782004000300006&script=sci_arttext. Acesso em: 01 jan. 2020.

OLIVEIRA, Cláudio Luis Vieira *et al.* *Aprenda Arduino: uma abordagem prática*. Duque de Caxias: Katzen Editora, 2018.

OTTONI, André Luiz Carvalho. *Introdução à robótica*. , São João del Rey: Universidade Federal de São João del Rey, 2010. Material de estudo. I Olimpíada de Robótica do Campo das Vertentes (ORCV). Disponível em:

https://www.ufsj.edu.br/portal2/repositorio/File/orcv/materialdeestudo_introducaoarobotica.pdf. Acesso em: 01 de ago. 2020.

PAPERT; Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 2008. Disponível

em: <https://learn.media.mit.edu/lcl/resources/readings/Instrucionismo-x-construcionismo.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

SANTANA, Alessandro Alves; MARIN, Douglas; MARCO, Fabiana Fiorezi de. *Um ensaio sobre tendências em educação matemática*. Uberlândia: UFU, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25246/1/Um%20ensaio%20sobre%20Tend%C3%AAs%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Matem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2022.

SANTOS, Alex Silva; MOURA, Elyangela Pinheiro de; ARAÚJO, Régia Talina Silva. Uma análise das contribuições da robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso em uma escola privada na Região do Cariri. Juazeiro do Norte: IFCE, 2017. Disponível em: http://prpi.ifce.edu.br/nl/_lib/file/doc1919-Trabalho/Artigo%20ROB%D3TICA%20EDUCACIONAL.pdf. Acesso em: 05 jan. 2022.

SANTOS, Vítor M. F. *Robótica industrial*. Apontamentos teóricos, exercícios para aulas práticas, problemas de exames resolvidos. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2003-2004. Disponível em: <http://www.ece.ufrgs.br/~rventura/RoboticalIndustrial.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020

SILVA, Alzira Ferreira da. *RoboEduc*: uma metodologia de aprendizado com a robótica educacional. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15128>. Acesso em: 01 ago. 2020.

SILVA, M. R.; SOUZA JÚNIOR, A. J. Educação matemática inventiva: interfaces entre universidade e escola. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 3, p. 212–224, 2020a. DOI: 10.26843/rencima.v11i3.2463. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2463>. Acesso em: 28 fev. 2023.

SILVEIRA JÚNIOR, C. R.; COELHO, J. D. ; SANTOS, L. S. . Robótica nas aulas de matemática do ensino médio: uma proposta educacional e de baixo custo. *Experiências em Ensino de Ciências* (Ufrgs), v. 12, p. 82-104, 2017.