

UM PANORAMA DAS INVESTIGAÇÕES QUE CONSIDERAM KITS DE ROBÓTICA UTILIZADOS COM FINS EDUCACIONAIS

AN OVERVIEW OF RESEARCH CONSIDERING ROBOTIC KITS USED FOR EDUCATIONAL PURPOSES

Maria Sylvania Marques Xavier de Souza¹, Francisco Vieira dos Santos², Juscileide Braga de Castro³

Recebido: junho/2021 Aprovado: outubro /2021

Resumo: Esta pesquisa tem por objetivo mapear os kits de Robótica que foram utilizados para o ensino de matemática e quais os conteúdos matemáticos trabalhados. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, de pesquisas desenvolvidas no Brasil, nos últimos 10 anos, publicadas em periódicos e repositórios. Os resultados apontam que independente dos Kits de Robótica serem proprietários ou de código aberto, os resultados para o ensino de Matemática foram satisfatórios, pois propiciaram experiências concretas entre teoria e prática, contribuindo para o protagonismo dos estudantes. Verifica-se o potencial de trabalhar a Robótica com outras áreas de conhecimento, de forma interdisciplinar ou transdisciplinar. A exploração do potencial da Robótica e a escolha dos Kits vai depender da forma como o professor modela, planeja e conduz as aulas, podendo proporcionar ainda mudanças sociais na vida dos estudantes.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Ensino de Matemática, kits de Robótica, Revisão sistemática

Abstract: This research aims to map the Robotics kits that were used for teaching mathematics and which mathematical contents worked. For that, a Systematic Literature review was carried out, of researches developed in Brazil, in the last 10 years, published in journals and repositories. The results show that regardless of whether Robotics Kits are proprietary or open source, the results for the teaching of Mathematics were satisfactory, as they provided concrete experiences between theory and practice, contributing to the protagonism of students. There is the potential to work Robotics with other areas of knowledge, in an interdisciplinary or transdisciplinary way. The exploration of the potential of Robotics and the choice of Kits will depend on the way the teacher models, plans and conducts the classes, which can also provide social changes in the lives of students.

Keywords: Educational Robotics, Mathematics Teaching, Robotics Kits, Systematic review

1. Introdução

A escola de hoje é conectada com estudantes que nasceram em uma era em que a Tecnologia Digital está cada vez mais presente no cotidiano deles e em constante desenvolvimento em diversas áreas, tais como: Agricultura, Astronomia, Saúde, Comércio e

¹  <https://orcid.org/0000-0003-4110-305X> - Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestranda no Programa de Ensino de Ciências e Matemática (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica. Fortaleza, Ceará CEP: 60040-215, E-mail: silviamarquesx@gmail.com

²  <https://orcid.org/0000-0002-1335-4524> - Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestrando no Programa de Ensino de Ciências e Matemática (IFCE), Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica. Fortaleza, Ceará CEP: 60040-215, E-mail: francisco_vyeyra@hotmail.com

³  <https://orcid.org/0000-0002-6530-4860> - Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2006), Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Professora Adjunta da Universidade Federal do Ceará, na Faculdade de Educação / FACED, vinculada ao Departamento de Teoria e Prática do Ensino. Professora no Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) do IFCE. Rua Waldery Uchoa, 01 - Benfica - Fortaleza, Ceará CEP 60020-110, E-mail: juscileide@virtual.ufc.br

Marketing. Semelhantemente, assim como acontece nesses setores, o uso da tecnologia digital também deve estar presente nas escolas.

Conforme a OECD (2015), para atuar na sociedade contemporânea é essencial habilidades tecnológicas. Então, é importante que as escolas percebam essa nova necessidade e usem a tecnologia para fins educacionais, visando estimular os estudantes a ampliar os seus conhecimentos matemáticos, permitindo sua aplicação para compreender a realidade.

De acordo com a ideia de aplicar conhecimentos matemáticos e a tecnologia em contextos reais, Zanetti e Oliveira (2015) explicam que o ensino de matemática enfrenta diversos desafios, entre eles, a falta de interesse dos estudantes em sala de aula. Conforme os autores, os jovens não gostam de aulas no formato tradicional e segundo eles, a Robótica motiva esses estudantes (ZANETTI; OLIVEIRA, 2015). Dessa forma, é importante o investimento em novas metodologias de ensino que visem instigar a participação dos estudantes, tentando minimizar a sua falta de interesse.

Devido à presença constante das Tecnologias Digitais nos mais variados setores, a utilização de artefatos tecnológicos como a Robótica pode promover contato com conceitos matemáticos de forma não usual e favorecer com que os alunos utilizem a matemática em suas práticas cotidianas, à medida que são estimulados a construir seus próprios protótipos de robôs. A partir desse processo, implicitamente, os alunos são convidados a iniciar um processo de construção do conhecimento (PAPERT, 1994).

Nesse cenário, a utilização da Robótica no contexto educacional pode trazer contribuições para o ensino de matemática. A Robótica tem se mostrado uma facilitadora pedagógica emergente em diversas áreas do conhecimento (Matemática, Química, Física, Ciências, Educação, Artes) e pode ser usada por diferentes faixas etárias. Várias pesquisas mostram que os estudantes participantes de atividades de Robótica demonstram grande interesse na criação de robôs (HIRST et al. 2003; BEER; CHIEL; DRUSHEL, 1999; RIBEIRO, 2006; SEGATTO; TEIXEIRA, 2021).

Para Santos (2010), o uso da Robótica aplicada de forma investigativa é visto como um cenário promissor que pode acarretar resultados positivos no ensino de Matemática. Dessa forma, a Robótica em um contexto investigativo pode proporcionar aos estudantes um cenário estimulante para o aprendizado, promovendo um processo de produção e autoria, no entanto, exige dos professores novas estratégias para o ensino (ZILLI, 2004).

Todavia, para utilizar a Robótica no contexto educacional é necessário ter em mente os objetivos do seu projeto para o ensino e o seu custo. Também é necessário pensar no *hardware*, *software*, peças, componentes eletrônicos, componentes mecânicos, entre outros, que será usado com os estudantes. Embora os Kit de Robótica apresentem vários componentes que permitem a criação dos mais variados projetos, quando se almeja trabalhar com conteúdo específico para o ensino de matemática é importante verificar qual o kit mais adequado para o seu projeto. Levando em conta a grande variedade de Kits de Robótica, têm-se a seguinte questão: Quais os Kits de Robótica foram utilizados nas pesquisas para trabalhar matemática?

Assim, o objetivo dessa pesquisa é mapear os kits de Robótica que foram utilizados para o ensino de matemática e quais os conteúdos trabalhados. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, de pesquisas desenvolvidas no Brasil, nos últimos 10 anos, publicados nas plataformas Capes, RENOTE, Scielo, RBECT, TECEDU, Texto Livre, RBEPT, RDP, WEI e Repositório da UFC.

O texto está organizado em 5 seções, a saber: a seção 2 discorre acerca da Robótica no contexto educacional trazendo a luz os principais kits utilizados para este fim; a seção 3 descreve os procedimentos metodológicos que balizaram as investigações desenvolvidas nesta revisão; na seção 4, apresentamos a discussão dos resultados a partir dos 592 artigos examinados; e por fim, a seção 5, contempla as considerações finais.

2. Robótica e os kits de prototipação

Na década de 1960 a Robótica começou a ser utilizada no contexto educacional pelo matemático Seymour Papert. Em suas experiências educativas com a Robótica, ele pesquisava o uso da linguagem de programação LOGO em atividades de ensino de matemática (PAPERT, 1986). Dessa forma, o autor começou a indicar novas possibilidades para o ensino de matemática com o apoio da tecnologia.

A Robótica é inspirada no construcionismo⁴ de Papert e utiliza-se de métodos de ensino que propiciam aos estudantes a construção do conhecimento por meio do desenvolvimento de artefatos tecnológicos. Segundo Papert (1994), o construcionismo é apoiado em relações de ações que sucedem em produtos palpáveis, como os robôs. Na visão de Papert, os estudantes devem aprender por meio de suas próprias experiências, e por meio dessas, construir as suas teorias, tecer suas conclusões. Pensando dessa forma, a Robótica pode ser uma ferramenta promissora, tendo em vista que por meio dela é possível a criação de artefatos que apresentem significado para os estudantes.

Para Segatto e Teixeira (2021), a robótica é uma ferramenta multidisciplinar, que atrai a atenção dos estudantes nas idades iniciais e motiva-os a resolver problemas difíceis. Papert (1994) também relata que os estudantes precisam ser provocados a construir seus conhecimentos, principalmente associado ao seu contexto, utilizando a investigação para alcançar uma aprendizagem que estimule o protagonismo estudantil. Deste modo, Papert (1994) acreditava que o uso da tecnologia nas escolas precisava ser fundamentado no contexto dos estudantes e, para isso, é essencial a combinação de professores bem preparados e serviços sociais adaptados para a realidade dos estudantes.

Piaget (1978) relata que o conhecimento não está no sujeito - estudantes, nem no objeto - meio, mas é consequência das diferentes influências entre os dois. O contexto dos estudantes pode ser uma peça-chave para planos de mudanças não apenas educativas, mas de realidade, pois por meio das tecnologias, o que para muitos eram sonhos, por exemplo a construção de

⁴ O construcionismo é uma teoria baseada no construtivismo de Piaget, formulado por Seymour Papert, na qual a construção do conhecimento é baseada na ação concreta da criação de um produto palpável, que tenha um significado pessoal para o criador.

um robô, podem tornar-se realidade (PAPERT, 1994). Nesse momento, é possível promover mudanças educacionais: se além de conseguir entender o funcionamento de um robô os estudantes conseguirem perceber que também podem trazer esse conhecimento para a sua realidade e começarem a resolver pequenos problemas do seu cotidiano, com ajuda da Robótica? Acredita-se, portanto, que com a inserção da Robótica nas escolas é possível prever mudanças sociais (CASTELLS; CARDOSO, 2005).

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo para a construção dos currículos das escolas brasileiras, indica a necessidade da utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), como uma competência geral, para o exercício do protagonismo e da autoria dos estudantes tanto em sua vida pessoal como na sociedade:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 18).

Ribeiro (2006) também ressalta que a Robótica é nitidamente uma área multidisciplinar, abraçando várias disciplinas como a Matemática, a Física, a Informática, a Eletrônica, entre outras. Neste sentido, a Robótica pode promover uma aprendizagem transversal dos diversos temas. Contudo, o fato de poder promover, não significa que isso aconteça, pois ressalta-se a importância da mediação do professor e de metodologias centradas nos estudantes, para este fim. As atividades com Robótica requisitam ainda de infraestrutura, como materiais apropriados para o desenvolvimento das propostas desenvolvidas pelos estudantes.

São muitas as opções de kits no mercado da Robótica e eles surgiram como alternativa à metodologia tradicional de ensino, trazendo maior flexibilidade. O custo desse investimento varia de acordo com a quantidade de peças e componentes eletrônicos (FORNAZA; WEBBER; VILLAS-BOAS, 2015).

Na Robótica existem os kits proprietários, que são estruturados com código fechado ou *Open Source Initiative*, ou seja, seu código fonte não pode ser manipulado ou divulgado. Geralmente as grandes empresas usam esse recurso para resguardar novas tecnologias e para garantir exclusividade de posse e usufruto. Os kits de Robótica proprietários mais conhecidas e comercializadas do mundo são os da LEGO®, eles possibilitam a aprendizagem por meio da elaboração de projetos que podem ser criados, testados e experimentados, no entanto, eles ainda apresentam um elevado custo para a realidade brasileira e não possuem muita interação com outros dispositivos que não seja da própria LEGO® (FORNAZA; WEBBER; VILLAS-BOAS, 2015). Por outro lado, a LEGO® Education⁵ oferece serviços de consultoria para quem deseja iniciar a Robótica, mas não sabe por onde começar, ajuda técnica com consultores treinados, planos de aulas para professores, material de estudo para os estudantes (ZILLI, 2004).

Uma das opções da LEGO® é o Kit LEGO® *Mindstorms* NXT que foi desenvolvido em parceria com a LEGO® e o MIT (*Media Laboratory*). Esse kit tem peças tradicionais como um

⁵ Informação disponível no site: <https://education.lego.com/en-us/>

Microprocessador de 32 bits, quatro portas de entradas digitais, três portas de saídas, alto falante, *display*, bateria recarregável, porta USB, *Bluetooth*, três servo-motores, rodas, placas, correntes e motores. Inclui ainda, sensores de cor/luz ultrassônicos e toque. Isso possibilita a criação de protótipos com noções de distância, aptos a realizar movimentos, e a executar ações de acordo com os sensores (FORNAZA; WEBBER; VILLAS-BOAS, 2015).

Já o kit educacional LEGO® *Mindstorms* EV3 possui 601 peças, uma plataforma giratória, peças estruturais exclusivas e diferentes engrenagens. Estes podem ser ligados por eixos, conectores e vigas. Ele é recomendado para idades a partir de 10 anos. O EV3 pode assumir cinco formas e pode ser comandado por um *Smartphone*. A LEGO® também oferece tutoriais e passo a passo para a montagem dos robôs e para a sua programação. Esse Kit pode ser usado na sala de aula, oficinas e competições escolares (FORNAZA; WEBBER; VILLAS-BOAS, 2015). Portanto, o Kit educacional LEGO® *Mindstorms* EV3 é um kit de iniciação à Robótica, que pode formar robôs mais complexos. Vale lembrar que ao comprar esses kits, a LEGO® disponibiliza diversos tutoriais, recursos e até assessoria, o que facilita a sua implementação (ZILLI, 2004).

Contudo, é preciso considerar que a compra de kits proprietários de Robótica ainda é muito cara para a realidade brasileira e existem alternativas para tentar reduzir o seu custo e ampliar o alcance para uma maior quantidade de estudantes (GUIMARÃES; SILVA; BARBOSA, 2020). Dessa forma, uma alternativa são os Kits que usam tecnologia *Open Source*, ou seja, tanto o *hardware* como os *softwares* possuem o seu código fonte aberto. Deste modo, seu código fonte pode ser estudado, modificado, e seus usuários podem personalizá-los adaptando para necessidades específicas (GUIMARÃES; SILVA; BARBOSA, 2020).

Os entusiastas dos movimentos de tecnologia de código aberto acreditam que o acesso às informações sobre tecnologia não deve ficar restrito apenas a pequenos grupos ou empresas (CASTELLS; CARDOSO, 2005). Eles acreditam que a construção desse conhecimento foi desenvolvida por muitas pessoas e até por universidades, por isso, não é justo que uma pequena parcela tenha acesso às informações. Assim, inspirados nessas ideias surgiu a Robótica livre.

Os pesquisadores Mill e Cesar (2009, p. 222) definem a Robótica livre como: “O conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino-aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos baseados em soluções livres e em sucatas como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento”. Em vista disso, a Robótica Livre é uma opção de desenvolver artefatos tecnológicos, usando *hardware* e *softwares* abertos, materiais alternativos e sustentáveis com baixo custo de aquisição, favorecendo o desenvolvimento de artefatos de forma personalizada, criativa e com custo mais acessível (MILL; CÉSAR, 2009).

Os defensores do código aberto não gostam de depender de soluções prontas das grandes empresas de tecnologia e preferem criar soluções, montando seus próprios artefatos, compartilhando e trocando suas experiências em comunidade, promovendo assim, o compartilhamento livre das informações. Esse tipo de atitude pode trazer boas contribuições para o protagonismo dos estudantes, pois quando se entende como os componentes funcionam é possível construir novas tecnologias. No entanto, esse tipo de atitude pode romper o modelo de negócio de quem ganha dinheiro com isso, e por esse motivo, essas ideias nem sempre são

incentivadas. Por isso, é possível considerar que o uso da Robótica Livre permite que as ideias dos estudantes criem vida e vá além do que já existe (CASTELLS; CARDOSO, 2005).

Pensando assim, o Arduino foi desenvolvido na Itália, por 5 pesquisadores que tinham como objetivo desenvolver um dispositivo educacional, que fosse funcional, com baixo custo de aquisição e fácil de programar. O Arduino é uma plataforma de código aberto baseado em *hardware* e *softwares* livres. As placas do Arduino conseguem ler entradas, como por exemplo, um dedo em um botão, a luz em um sensor e converter em uma saída, como a ligação de um LED, ativando um motor. Por meio da programação do microcontrolador, é possível comunicar-se com a placa do Arduino e dizer o que ela deve fazer. Para realizar essa comunicação é preciso usar uma linguagem de programação (ARDUINO, 2021).

Desde o desenvolvimento do projeto inicial do Arduino, surgiram novas versões aprimoradas e novos tipos de plataformas de prototipagem que apresentam novas possibilidades, como o Arduino Uno e o Arduino Nano.

O Arduino Uno é uma das placas mais populares da família Arduino. Ela é voltada para iniciantes que desejam iniciar com eletrônica e codificação. Devido a isso, ela é uma placa mais amigável, possui um microcontrolador ATmega328 de 8 bits (ARDUINO, 2021).

Já o Arduino Nano é uma placa mais compacta, completa e compatível com a placa de ensaio baseada no ATmega328P. Esta placa oferece a mesma conectividade e especificações da placa Uno, em um formato menor. Ela é indicada para projetos com artefatos de menores dimensões, pois ela se adapta bem a ambientes menores (ARDUINO, 2021).

Apesar dos kits proprietários de Robótica serem desenvolvidos para fins educativos, os kits de Robótica que usam tecnologia *Open Source* mostram-se alternativas importantes não só para promover a inclusão tecnológica, mas também para promover o protagonismo, a autonomia e a criatividade dos estudantes, além de transformações sociais.

Na próxima seção tem-se o detalhamento da metodologia desta Revisão de Literatura.

3. Procedimentos Metodológicos da Investigação

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com o intuito de investigar as produções científicas brasileiras sobre Robótica Educacional, com o objetivo de mapear os kits de Robótica que foram utilizados para o ensino de matemática, verificando ainda os conteúdos trabalhados.

Segundo os pesquisadores Sampaio e Mancini (2007), a RSL é classificada como um estudo de natureza observacional ou experimental, pois a sua essência são as análises críticas da literatura. A RSL tem como objetivo levantar métodos sistemáticos e explícitos para resgatar, selecionar e avaliar os resultados de pesquisas publicadas na área de estudo. Seguindo os passos indicados por Sampaio e Mancini (2007), as etapas dessa pesquisa foram organizadas em: [1] Escolha da pergunta de pesquisa; [2] Procura por evidências que comprovam ou não as questões de pesquisa; [3] Revisão e seleção dos estudos a serem analisados e [4] Análise dos estudos.

Na primeira fase, as perguntas foram definidas com o objetivo de responder: Quais os Kits de Robótica foram utilizados nas pesquisas para trabalhar conteúdos de matemática? Quais *softwares* foram utilizados para programação nas pesquisas de Robótica voltada para o ensino de matemática?

Para responder a esses questionamentos, iniciou-se a segunda fase da pesquisa buscando por evidências que ajudassem a responder às questões de pesquisa. Realizou-se uma pesquisa por artigos científicos brasileiros, publicados nos últimos dez anos, datadas entre o intervalo de 01 janeiro de 2011 a 01 de janeiro de 2021, escritos em Língua Portuguesa e que foram publicados na plataforma *Scielo*, no portal de periódicos da Capes e no Repositório da UFC. A escolha destas bases considerou a relevância, já que estas possuem uma grande quantidade de trabalhos indexados e de qualidade, assim como o interesse dos pesquisadores. Além desses repositórios foram selecionados um conjunto de sete periódicos que tem como foco a tecnologia, sendo eles: [revista 1] Revista de Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), [revista 2] Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologias (RBECT); [revista 3] Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE); [revista 4] Revista Tecnologias na Educação (TECEDU); [revista 5] Revista Prática docente (RDP); [revista 6] Texto Livre: Linguagem e Tecnologia; e [revista 7] Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica (RBEPT).

As palavras-chaves utilizadas para a busca foram: Robótica, ensino de matemática, Tecnologias Digitais. Essas consultas foram realizadas entres os meses de fevereiro e março de 2021. A análise do título, do resumo, das palavras-chaves e do texto foram os critérios utilizados para a eliminação ou inclusão. A terceira fase desta pesquisa começou com o início da seleção dos estudos. No decorrer dessa fase foram elaboradas tabelas visando a análise dos dados na fase seguinte. Através da leitura dos títulos e dos resumos, os artigos foram sendo catalogados para a pesquisa considerando se atendiam pelo menos uma das perguntas norteadoras.

Por fim, na quarta fase da pesquisa realizou-se as leituras dos artigos para uma avaliação crítica deles. Para organizar os dados catalogados, foram construídos quadros, conforme apresentado e discutido nos resultados. A seguir, apresentar-se-á discussão dos resultados dessa revisão sistemática.

4. Discussão dos resultados

Os resultados alcançados nesta pesquisa mostram que dos 592 artigos examinados, somente 143 tinham o foco em Robótica, o que corresponde a 24,16%. Depois de verificar as pesquisas com Robótica, observou-se que apenas 17 abordavam Robótica e o Ensino de Matemática, sendo estas, 2 dissertações e 15 artigos. Destes, somente 4 versavam sobre Robótica e Ensino da Matemática conjuntamente.

A partir dos trabalhos encontrados, buscou-se responder às questões de pesquisa. Assim, a Tabela 1 mostra os 17 trabalhos catalogados com suas respectivas identificações para ajudar na referência durante as discussões.

Tabela 1 – Base de dados da RSL

ID	Autores	Ano	Título	Base de dados	Tipo
1	Maria Claudete Schorr Wildner, Marli Teresinha Quartieri, Jussara Hepp Rehfeldt	2016	Robomat: Um recurso robótico para o estudo de áreas e perímetros	RENOTE	Artigo
2	Marden Eufrazio dos Santos, Andréa Pereira Mendonça	2016	Aplicação da Robótica Educacional no Ensino das Relações Métricas do triângulo retângulo	RENOTE	Artigo
3	Emília Casagrande, Marco Antônio Sandini Trentin, Adriano Canabarro Teixeira	2016	Uma proposta de utilização da Robótica na compreensão de conceitos da função polinomial do 2 grau	TECEDU	Artigo
4	Fernando Barbosa, Mário Alexandre, Deive Alves, Douglas de Menezes, Gabriel Campos, Ygor Nakamura, Arlindo Junior, Carlos Lopes	2015	Robótica Educacional em Prol do Ensino de Matemática	WEI	Artigo
5	Icleia Santos, Luciano Frontino de Medeiros	2017	Robótica com Materiais Recicláveis e a Aprendizagem Significativa no Ensino da Matemática: Estudo Experimental no Ensino Fundamental	WEI	Artigo
6	Brenda P. Machado, Beatriz S. Ribeiro, Gessiene S. Santos, Crhistiane F. Souza, Fernando C. Barbosa	2017	Matemática Financeira e Robótica Educacional: Robôparque de aprendizagem divertida	WEI	Artigo
7	Daniel da Silveira Guimarães, Élide Alves da Silva, Fernando da Costa Barbosa	2020	Explorando a matemática e a Física com o robô seguidor de linha na perspectiva da Robótica livre	Texto livre	Artigo
8	Fernando Kennedy da Silva, Cristhian Pires da Costa	2020	O ensino de funções exponenciais por engrenagens robóticas	Texto Livre	Artigo
9	Odair José Kunzler, Marcele Homrich Ravasio, Sandra Bazana Nonenmacher	2021	A Robótica no ensino de matemática	RBEPT	Artigo

10	Carlos Alves de Almeida Neto	2014	O uso da Robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas.	Repositório UFC	Dissertação
11	Rafael Braz de Marcêdo	2014	A matemática na Robótica	Repositório UFC	Dissertação
12	Greiton Toledo de Azevedo, Marcus Vinicius Maltempi	2020	Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional	Scielo	Artigo
13	José Ricardo e Souza Mafra, Carlos Alberto Pedroso Araújo, Juliana da Ponte Santos, Juliane Conceição de Meireles	2017	Ensino de Matemática e a Robótica Educacional: uma proposta de investigação tecnológica na Educação Básica	Capes	Artigo
14	Emília Casagrande, Marco Antônio Sandini Trentin	2020	Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais e na Robótica	Capes	Artigo
15	Marcelo Puziski	2017	Construindo uma calculadora: uma atividade envolvendo Robótica, Programação e Matemática	Capes	Artigo
16	Naylene Fraccanabbi, André Luvisa, Delair Bavaresco	2018	Planejamento de trajetórias polinomiais para Robótica com Arduino	Capes	Artigo
17	Carlos Alberto Pedroso Araújo, Juliana da Ponte Santos, Juliane Conceição de Meireles	2017	Uma proposta de investigação tecnológica na educação básica: aliando o ensino de Matemática e a Robótica Educacional	Capes	Artigo

Fonte: Elaboração dos autores (2021)

Ao analisar os Kits de Robótica que foram utilizados e os conteúdos matemáticos trabalhados nas pesquisas investigadas, verificou-se que as que ajudariam a responder às questões levantadas, nesta pesquisa, seriam as pesquisas [1],[2],[3],[6],[8],[14],[16], organizadas na tabela 2.

Tabela 2 – Conteúdos matemáticos trabalhados com os Kit de robótica

ID	Público-alvo	Kit de Robótica	Conteúdos Matemáticos
1	9º Ano	Arduíno Uno	Cálculo de Áreas e perímetros, Geometria plana
2	9º Ano	Kit didático LEGO® Mindstorms EV3	Relações métricas do triângulo retângulo; identificação dos elementos geométricos em uma representação gráfica; retas e segmentos de retas, figuras geométricas planas, triângulo e semelhança de triângulos
3	1º Ano Ensino Médio	Arduino Nano	Função Polinomial do 2º grau
6	6º Ano	LEGO® Mindstorms NXT	Educação Financeira
8	1º Ano Ensino Médio	Kit LEGO® Mindstorms NXT	Função exponencial, progressão geométrica, proporcionalidade, função linear e composição de funções, plano cartesiano
14	1º Ano Ensino Médio	Arduino Nano	Função Polinomial do 2º grau
16	Graduação	Arduino – sem especificação	Funções Polinomiais

Fonte: Elaboração dos autores (2021)

De acordo com as pesquisas, como mostra a tabela 2, dependendo do Kit é possível trabalhar uma variedade de conteúdos de matemática. Assim, por meio do kit didático LEGO® *Mindstorms* EV3, trabalha-se conteúdos relacionados às Grandezas e Medidas como relações métricas do triângulo retângulo e a Geometria, tais como: elementos geométricos, retas e segmentos de retas, figuras geométricas planas, triângulo e semelhança de triângulos. Como o Kit LEGO® *Mindstorms* NXT podem ser trabalhados os seguintes assuntos: Educação Financeira, Função Polinomial exponencial, progressão geométrica, proporcionalidade, função linear e composição de funções, plano cartesiano. Do mesmo modo, os kits do Arduino possibilitam trabalhar conteúdos relacionados a: Funções polinomiais, o Arduino Nano Funções Polinomiais do 2º grau. Com o Arduino Uno é possível trabalhar conceitos de áreas e perímetros, relacionados com a Geometria Plana. É possível verificar ainda que Kits LEGO® e Arduino podem ser usados para fins semelhantes, como observado nas pesquisas Casagrande et al (2016); Silva e Costa (2020); Casagrande, Trentin e Teixeira (2016); Fraccanabbi et al. (2015), ao explorarem funções polinomiais. Fato semelhante também foi observado na pesquisa [1] e [2] que exploram a Geometria de uma forma geral, com Kits Arduino Uno e LEGO® *Mindstorms* EV3, respectivamente.

A pesquisa [1], realizada por Wildner, Quartieri e Rehfeldt (2016), tinha como objetivo descobrir como a Robótica poderia contribuir na aprendizagem da Matemática, em particular, no ensino de conteúdos de Geometria Plana, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

Nessa pesquisa, usou-se as ideias da Robótica Livre, pois os protótipos foram construídos usando materiais de baixo custo, alternativos, e a placa Arduíno Uno. Segundo Mill e Cesar (2009), a Robótica livre é uma alternativa que favorece o desenvolvimento de artefatos tecnológicos de maneira personalizada, criativa e com um preço mais acessível. Para programar o Kit, diferentemente de Papert (1986), que utilizava o LOGO como linguagem de programação para explorar a Matemática com as crianças, neste estudo, os estudantes, utilizaram a linguagem de programação S4A (*Scratch for Arduino*), que é uma linguagem de programação livre. Conforme Papert (1986), por meio da programação, os estudantes aprendem a pensar articuladamente. Assim, durante o pré-teste realizado antes da intervenção, nenhum estudante conseguiu calcular o perímetro e a área de figuras irregulares. No entanto, após a atividade utilizando a Robótica, observou-se que todos conseguiram calcular a área e o perímetro de figuras propostas. Diante disso, os pesquisadores concluíram que as atividades de Robótica contribuíram para a construção do conhecimento dos estudantes, em particular os conhecimentos de Geometria Plana (WILDNER; QUARTIERI; REHFELDT, 2016). Conforme os pesquisadores, através das atividades de Robótica e de lógica de programação, os estudantes aprendem como os seus erros, indo assim de encontro com as ideias de Papert (1986).

Além disso, de acordo com Wildner, Quartieri e Rehfeltdt (2016), os Kits de Robótica com placa Arduíno Uno auxiliou na aprendizagem de áreas e perímetros, pois os estudantes, diante da proposta apresentada, mostraram-se predispostos a aprender os conceitos áreas e perímetros. Essa motivação com o uso da Robótica já era relatada por Morais (2010), que considera a motivação um dos benefícios promovidos pelo uso desse tipo de tecnologia.

A pesquisa [2], efetivada por Santos e Mendonça (2016), usou o kit didático LEGO® *Mindstorms* EV3 para trabalhar conteúdos de: Relações métricas do triângulo retângulo, identificação dos elementos geométricos em uma representação gráfica; retas e segmentos de retas, figuras geométricas planas, triângulo e semelhança de triângulos com os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Nessa pesquisa foi avaliado o potencial da Robótica levando em conta o estudo das relações métricas do triângulo retângulo e o desenvolvimento de duas habilidades: identificação dos elementos geométricos em uma representação gráfica; elaboração, com base nos elementos envolvidos no problema, da equação algébrica e sua resolução para fornecer respostas aos problemas propostos. O kit didático LEGO® *Mindstorms* EV3, utilizado na pesquisa, foi desenvolvido pela LEGO®, sendo constituídos por peças plásticas ou de alumínio, componentes mecânicos e eletrônicos, e podem ser montados, programados, possibilitando a criação de robôs autônomos, capazes de mover-se e aptos a agirem em inúmeras cenários visando a resolução de problemas. As atividades foram realizadas em 3 módulos. No módulo I, chamado Nivelamento, objetivou-se capacitar os estudantes para o uso dos Kits e trabalhar os conteúdos que são pré-requisitos para o estudo das Relações Métricas do Triângulo Retângulo: retas e segmentos de retas, figuras geométricas planas, triângulo e semelhança de triângulos. O Módulo II, de Fundamentos, tratava de atividades práticas com o uso da Robótica Educacional cujo enfoque eram os conteúdos matemáticos de fundamentação sobre as Relações Métricas do Triângulo Retângulo, tipos de relações e Teorema de Pitágoras. O Módulo III, Avançado, teve por objetivo desenvolver atividades de demonstrações das relações métricas e teoremas, com enfoque no Teorema de Pitágoras, utilizando-se problemas de matemática e técnicas de

Robótica mais avançadas. Conforme os resultados da pesquisa, a intervenção resultou em um ganho significativo na aprendizagem. Esse aumento no desempenho dos estudantes, para os pesquisadores, foi fruto da manipulação dos robôs (SANTOS; MENDONÇA, 2016). Isso vai de encontro com o construcionismo de Papert (1994), que por meio da manipulação e construção, os estudantes podem ir descobrindo novos conceitos. Conforme Santos e Mendonça (2016) durante a pesquisa [2], os estudantes precisaram fazer diversos testes, isso acabou exigindo dos mesmos uma maior percepção do circuito, das relações dos componentes do circuito com os elementos e das propriedades geométricas, contribuindo, deste modo, com a aprendizagem dos estudantes. De acordo com Zilli (2004), a resolução de problemas por meio de erros e acertos é um dos objetivos da Robótica. Almeida (2000) concorda com Zilli (2004), explica que a ocorrência do erro permite a reflexão do que necessita ser modificado.

Para Santos e Mendonça (2016), o kit didático LEGO Mindstorms EV3 possibilita a criação de modelos robóticos autônomos, que podem mover-se e atuarem em diferentes situações para a resolução de problemas cotidianos. Semelhantemente, Zilli (2004) também destaca a importância das peças de encaixe da LEGO nos kits de Robótica, pois elas permitem estimular os estudantes na criação de diversos modelos de robôs, promovendo a criatividade e a autonomia no processo de aquisição do conhecimento.

Na pesquisa [3], realizada por Casagrande, Trentin e Teixeira (2016) com 25 estudantes do 1º Ano do Ensino Médio, foi usado o Arduino Nano para trabalhar com Função do 2º grau, com o objetivo de diminuir dificuldades existentes durante o processo de Funções quadráticas, com foco no estudo de fenômenos físicos de lançamento de projéteis ou Recurso Tecnológico (RT).. Os pesquisadores explicam que o Arduino é focado em prototipagem educacional, ele é acessível devido ao seu baixo custo comparado a outras marcas e possui baixa complexibilidade. Deste modo, foi desenvolvido um aparato robótico para medir a altitude em diferentes momentos do lançamento do artefato. Para tal, utilizaram os seguintes materiais: Arduino Nano, sensor BMP180, dois botões do tipo *switch* e uma bateria. Durante o início do monitoramento do dispositivo, o sensor captura dados a cada 100ms e repassa a placa do Arduino. O sensor BMP180 não conseguiu registrar a altitude, mas conseguiu registrar a pressão atmosférica. Dessa forma, a partir das diferentes medições, foi possível determinar a altitude. Ao final desse lançamento os dados foram passados do Arduino para o computador e foi possível coletar os dados desse lançamento (CASAGRANDE; TRENTIN; TEIXEIRA, 2016). Durante as atividades do lançamento do RT os estudantes conseguiram entender os principais conceitos presentes na função do 2º grau, como o zero da função, as coordenadas do vértice e foram motivados a construir os seus próprios conhecimentos. Segundo a pesquisa [3], mesmo os pesquisadores falando que o objetivo era a aprendizagem das Funções do 2º grau, podemos ver claramente a existência de outros conteúdos que foram trabalhados em paralelo, como os conteúdos da Estatística, mobilizados por meio da coleta, da análise de dados, do tratamento das informações, mas que não foram mencionados pelos autores. Verifica-se ainda que o professor poderia ter trabalhado paralelamente em conjunto com outros professores, explorando outros conteúdos relacionados ao lançamento do RT, pela visão da Química, Física, Biologia, Geografia, Português, Artes. Afinal de contas, conforme Gilmax, Carla e Adamares (2019), através da Robótica é possível unir e integrar diferentes áreas do conhecimento. Morais (2010) já relatava os

benefícios da Robótica na escola: interdisciplinaridade, variabilidade de conteúdo, trabalho em cooperação e motivação.

Quando se almeja trabalhar o ensino de matemática utilizando a Robótica, não é esperado que os conteúdos sejam trabalhados de forma fragmentada, pois é necessária uma rede de conexões de conhecimentos para conseguir criar os artefatos e posteriormente utilizá-los (GILMAX; CARLA; ADAMARES, 2019). Diferente de um enfoque tradicional, o uso da Robótica traz à tona uma grande variedade de conhecimento que se relacionam. A partir do que foi analisado, essas reflexões podem indicar que o uso da Robótica, dependendo da proposta educacional e da forma como o professor a conduz, pode promover uma aprendizagem transversal de diferentes temáticas (RIBEIRO, 2006).

A pesquisa [6], elaborada por Machado et al. (2017), trabalhou Educação Financeira através da Modelagem Matemática e a Etnomatemática, usando o LEGO® *Mindstorms* NXT, com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Este Kit é composto por peças que formam o corpo do robô, no qual o *Brick* NXT atua como o cérebro do robô e guarda suas informações da programação e as executam de acordo com o que foi programado. Para a etapa de programação do robô a LEGO® dispõe do software LEGO® *Mindstorms* NXT, onde em seu corpo possui diversas ações e atividades divididas em blocos que permite uma programação mais eficaz e acessível. A proposta dessa pesquisa era a criação de um parque de diversões denominado de Robô Parque. Para a sua criação foi utilizado uma sequência didática. Cada equipe criou um protótipo de brinquedo, presente em um parque de diversões, sendo que os grupos não poderiam criar protótipos semelhantes. Na primeira etapa, as equipes escolheram seus brinquedos e na outra aula trouxeram esboços dos seus protótipos. Na segunda etapa, os estudantes aprimoraram seus protótipos, montaram, programaram, testaram, construíram uma maquete do parque para alocar seu protótipo e deram vida e funcionamento para o parque de diversões. Durante essa etapa foram trabalhados conteúdos relacionados à Educação Financeira de forma contextualizada. Nesse momento foram trabalhados os custos de investimento para a criação de um projeto como um parque de diversões, as despesas fixas, os lucros e conceitos importantes para uma boa administração financeira. Os resultados obtidos mostram que os estudantes apresentaram uma boa desenvoltura em empreendedorismo e administração de empresas (MACHADO et al., 2017).

Assim, através dessa pesquisa que usou a construção de um parque de diversões como temática motivadora, pode-se perceber o envolvimento dos estudantes em uma experiência marcante e transformadora que os levaram a ver o mundo com outros olhos. Conclui-se também que o LEGO® *Mindstorms* NXT teve um ótimo aproveitamento para o ensino de Educação Financeira permitindo trabalhar de forma criativa a Modelagem Matemática e a Etnomatemática.

A pesquisa [8], realizada por Silva e Costa (2020), usou o Kit LEGO® *Mindstorms* NXT para trabalhar os conteúdos: Função exponencial, progressão geométrica, proporcionalidade, Função Linear, composição de funções e plano cartesiano com estudantes do 1º Ano do Ensino Médio. Para isso, foi construído um carrinho com peças do kit, composto por um câmbio de quatro marchas que atuavam sob uma taxa de variação exponencial (SILVA; COSTA, 2020). Os

pesquisadores queriam descobrir se era possível ou não abstrair essa função, a partir de interações entre engrenagens. Os resultados apontam que é possível enxergar um grande acervo matemático presente nas interações entre engrenagens. Assim, a Robótica Educacional possibilita o desenvolvimento integral dos alunos. Segundo os autores, foi observado que a proposta de modelar algo concreto, com conceitos de matemática, ou seja, a aproximação da matemática formal da existente no mundo real, fez com que os estudantes interiorizassem esses conhecimentos de maneira concreta (SILVA; COSTA, 2020). Essa ideia, vai de encontro com Piaget (1978), que relata a importância de utilizar modelos já interiorizados no intelecto para adquirir e acomodar novos modelos provenientes da relação com objetos do meio. Papert (1985) acrescenta que se essa interiorização for assistida por afetividade, ela é efetivamente significativa.

Após os resultados obtidos, os pesquisadores concluíram que as engrenagens do Kit LEGO® *Mindstorms* NXT e suas interações, como indicado por Papert (1985), são excelentes para serem modeladas por conceitos matemáticos.

Na pesquisa [14], feita por Casagrande e Trentin (2020), os estudantes do 1º ano do Ensino Médio utilizaram o Arduino Nano para trabalhar com Função Polinomial do 2º grau. Segundo Casagrande e Trentin (2020), uma das aplicações do conteúdo de Função Polinomial do 2º grau é o estudo de lançamento de projéteis, por isso, foi desenvolvido um recurso tecnológico, chamado de RT, visando contextualizar o ensino da Matemática. Dessa forma, o RT foi lançado ao ar pelos estudantes. A sua trajetória gerou dados como altura e tempo. Os materiais para a sua construção foram: Arduino Nano, sensor barométrico BMP180, dois botões do tipo *switch* e uma bateria (CASAGRANDE; TRENTIN, 2020). Conforme os autores, houve grande integração e motivação por parte dos estudantes na realização das tarefas propostas.

Na pesquisa de Casagrande e Trentin (2020), a Robótica ajudou a promover uma experiência concreta entre teoria e prática. Também incentivou a motivação dos estudantes para a realização das atividades sobre Função polinomial do 2º grau, de forma satisfatória. Sob o mesmo ponto de vista, Papert (1994) relata que o uso de tecnologias representam uma importante ferramenta a favor da aprendizagem, também lembra que quando bem utilizada podem levar os estudantes na construção da autonomia humana.

Nesta pesquisa [16], realizada por Fraccanabbi et al. (2015), os estudantes de graduação trabalharam em Funções polinomiais usando o Arduino. A pesquisa teve como objetivo planejar e testar trajetórias de deslocamento suave para Micro Servo Motores acionados e controlados pela plataforma Arduino. Através de um processo investigatório aplicado ao planejamento de trajetórias polinomiais com o uso da Robótica utilizando o Arduino. A Quarta Revolução Industrial foi o tema desta pesquisa, tendo sido fundamentada nos pressupostos teórico metodológicos da Aprendizagem Baseada em Projetos. Para o desenvolvimento da pesquisa foram usados recursos tecnológicos para construção de peças, para a gravação dos testes e para a captura e o processamento de dados e geração de gráficos. Os resultados obtidos demonstraram que o método de suavização de trajetórias de deslocamento contínuo utilizando Funções polinomiais é um potencial recurso que reduz os erros, principalmente para o seguimento de trajetória contínua (FRACCANABBI et al., 2015).

Essa pesquisa demonstrou que por meio de projetos experimentais utilizando o Arduino, alinhada com os pressupostos teóricos, foi possível promover a aprendizagem interdisciplinar, contribuindo assim, para o envolvimento dos estudantes em soluções de problemas reais. Segundo Zilli (2004), os estudantes, na tentativa de resolver os problemas com a montagem e a programação, são capazes de operar variados conceitos no domínio das ciências como Matemática, Computação, Física, Mecânica, entre outras. Dessa forma, quando os estudantes criam um artefato, eles podem usá-lo para investigação e expor suas próprias ideias.

A pesquisa [10], realizada por Almeida Neto (2014), traz uma abordagem diferente usando o kit de Robótica LEGO® *Mindstorms* 9793. Almeida Neto (2014) também verificou quais competências e habilidades estão envolvidas para realização de atividades com Robótica. Para isso, ele fez um mapeamento dos descritores da matriz do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que foram contemplados durante as atividades, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Descritores do Saeb explorados na pesquisa [10]

Descritores do SAEB explorados

- D1 – Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.
- D6 – Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não- retos.
- D9 – Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.
- D11-Reconhecer círculo/circunferência, seus elementos e algumas de suas relações.
- D12 – Resolver problemas envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.
- D13 – Resolver problemas envolvendo o cálculo de área de figuras planas.
- D16 – Identificar a localização de números inteiros na reta numérica.
- D29 – Resolver problemas que envolvam variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas.
- D30 – Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.
- D31 – Resolver problema que envolva equação de segundo grau.
- D32 – Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em seqüências de números ou figuras (padrões).
- D34 – Identificar um sistema de equações do primeiro grau que expressa um problema.
- D35 – Identificar a relação entre as representações algébrica e geométrica de um sistema de equações de primeiro grau.
- D36 – Resolver problemas envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.
- D37 – Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.

Fonte: Adaptado de Almeida Neto (2014)

A atividade contava com 5 situações problemas, nas quais conseguiu contemplar 15 dos 37 descritores da Matriz de Referência do SAEB (tabela 3). Deste modo, pode-se perceber que o uso da Robótica pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades que estão traduzidas por meio dos descritores.

A Robótica pode ser um importante facilitadora no processo de Ensino da Matemática, pois por meio dela é possível trabalhar conteúdos matemáticos de maneira prática e dinâmica proporcionando uma experiência concreta entre teoria e prática, contribuindo para o protagonismo dos estudantes. Verificou-se o potencial de trabalhar a Robótica com outras áreas de conhecimento, de forma interdisciplinar ou transdisciplinar. No entanto, o uso da Robótica

mostra-se promissor não só para o ensino de Matemática, mas também para outras áreas do conhecimento.

Apesar das pesquisas analisadas relatarem quais Kits utilizaram, nenhum deles relatou sobre as diferenças entre a filosofia que está por trás de um kit proprietário e a de um kit *Open Source*, nem da importância dessa diferenciação para a sociedade. Tais reflexões são importantes não só com relação ao conhecimento tecnológico necessário, mas podem promover mudanças sociais (CASTELLS; CARDOSO, 2005).

Além disso, a exploração do potencial da Robótica vai depender da forma como o professor modela, planeja e conduz as aulas, podendo proporcionar ainda mudanças sociais na vida dos estudantes. Para Zilli (2004), o professor precisa refletir sobre a sua atuação e durante a sua atuação, em relação ao desenvolvimento, da aprendizagem e de sua função de agente transformador de si mesmo e de seus estudantes. Torna-se evidente assim que o uso da Robótica nas escolas exige mudanças de postura dos professores, que precisaram refletir cada vez mais sobre o seu desenvolvimento profissional docente visando a sua qualificação e o desenvolvimento de políticas públicas que ajudem ao professor a aprimorar a sua formação e proporcionem também melhorias para o seu ambiente de atuação.

A seguir, apresentar-se-á as considerações finais desta pesquisa.

5. Considerações finais

A presente pesquisa tinha como objetivo mapear os kits de Robótica que foram utilizados para o ensino de matemática e quais os conteúdos matemáticos trabalhados. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, de pesquisas desenvolvidas no Brasil, nos últimos 10 anos, publicados em plataformas e periódicos.

Conforme as pesquisas verificadas, os kits de Robótica mais utilizados foram os da plataforma de prototipação Arduino e da LEGO®. Os conteúdos matemáticos trabalhados usando o Arduino foram: Cálculo de Áreas e perímetros, Geometria plana, Função Polinomial do 2º grau, Funções Polinomiais. Utilizando os Kits da Lego foi possível trabalhar as Relações métricas do triângulo retângulo; identificação dos elementos geométricos em uma representação gráfica; retas e segmentos de retas, figuras geométricas planas, triângulo e semelhança de triângulos, Função exponencial, progressão geométrica, proporcionalidade, função linear e composição de funções, plano cartesiano e Educação Financeira. Para a escolha de um desses kits é necessário ter em mente os objetivos do projeto, a metodologia usada e que tipos de conceitos matemáticos deverão ser mobilizados. Por isso, é importante pensar no *hardware*, *software*, peças, componentes eletrônicos, componentes mecânicos. Apesar de todas as pesquisas que usam Kits, tanto proprietários como os de código aberto de Robótica para o Ensino de Matemática mostraram resultados satisfatórios, percebe-se que mesmo contemplando o conteúdo pretendido, elas têm um potencial para trabalhar com outras áreas. A inserção de uma tecnologia como a Robótica nas escolas, deve ir além do ensino de conteúdo apenas matemático, porque a Robótica tem a função de facilitar o processo de ensino e aprendizagem e que pode ser usada para trabalhar diversos conteúdos e temas transversais.

É importante que caso o professor opte por trabalhar com kits proprietários mostre que também existem outras opções que podem ser mais acessíveis para a realidade dos estudantes, pois a escola precisa mostrar que existem outros caminhos e que a Robótica pode ir além do laboratório da escola. Assim, o uso da Robótica deve ser visto como uma facilitadora para desenvolvimento de soluções para os estudantes, escola e comunidade, buscando com isso a condução do voo dos estudantes.

6. Referências

- ALMEIDA, M. E. Informática e formação de professores. Volume 1. Brasília: Editora Parma, 2000
- ARDUINO. **Arduino**. Disponível em <https://www.arduino.cc/>. Acesso em 10 jun. 2021.
- BARBOSA, F. C. **Educação e Robótica Educacional na escola pública: as Artes do Fazer**. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.
- BASTOS, M. O. **A informática a serviço da construção do conhecimento na tarefa do docente**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- BEER, R. D.; CHIEL, H. J.; DRUSHEL, R. F. Using autonomous robotics to teach science and engineering. **Communications of the ACM**, 42(6), 85-92. 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2017.
- CASAGRANDE, E.; TRENTIN, M. A. S.; TEIXEIRA, A. C. Uma proposta de utilização da robótica na compreensão de conceitos da função polinomial do 2º grau, **Revista Tecnologias na Educação**, n.14, 2016.
- CASTELLES. M.; CARDOSO, G. **A Sociedade em Rede do Conhecimento à Ação Política**. Conferência. Belém (Por): Imprensa Nacional, 2005.
- FORNAZA, R.; WEBBER, C. G.; VILLAS-BOAS, V. **Kits Educacionais de Robótica: opções para o Ensino de Ciências**, Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia, 2015.
- FRACCANABBIA, N.; LUVISA, A.; BAVARESCO, D. Planejamento de trajetórias polinomiais para robótica com Arduino. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 4, n. 1, p. 229-244. 2018.
- GILMAX, J. L.; Carla, V. F. T; ADAMARES, M.S. **A Inserção Da Robótica Na Sala De Aula Como Potencializadora Do Trabalho Transdisciplinar**. CIET:EnPED, São Carlos, maio 2018.
- GUIMARÃES, D.S.; SILVA, E. A.; BARBOSA, F. C. Explorando a Matemática e a Física com o robô seguidor de linha na perspectiva da Robótica livre, **Texto Livre Linguagem e Tecnologia**, 2020.
- HIRST, A. J.; JOHNSON, J.; PETRE, M.; PRICE, B. A.; RICHARDS, M.. **What is the best programming environment/language for teaching robotics using Lego Mindstorms? Artificial Life and Robotics**, 7(3), 124-131.2003.

LIEBERKNECH, E. A. **Robótica educacional**. Disponível em: http://portalrobotica.com.br/index.php?option=com_content&task=section&id=9&Itemid=30
Acesso em: 10 jun. 2021.

MACHADO, B. P.; RIBEIRO, B.S.; SANTOS, G.S.; SOUZA, C. F.; BARBOSA, F. C. **Matemática Financeira e Robótica Educacional: Robôparque de aprendizagem divertida**. Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 6., 2017.

MILL, D.; CÉSAR, D. Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 217–248, 2009.

MORAES, M. C. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

OECD. **Students, Computers and Learning: Making the Connection**, PISA, OECD Publishing, 2015.

PAPERT, S. **A máquina das crianças repensando a escola na era da informática**. Artes Médicas: Porto Alegre, 1994.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação**. Trad. José Armando Valente, Beatriz Bitelman, Afira Vianna Ripper. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PIAGET, J.. **Psicologia e epistemologia: Por uma teoria do conhecimento** (A. Cretella, Trad.). Rio de Janeiro: Forense Universitária. (Trabalho original publicado em 1957), 1978.

RIBEIRO, C. R. **RobôCarochinha: Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico**. Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2006.

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M. C. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos. v. 11, n. 1, p. 83 - 89, jan/fev. 2007

SANTOS, M. E.; MENDONÇA, A. P. Aplicação da Robótica Educacional no Ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo, **Novas Tecnologias na Educação**, 2016.

SANTOS, M. F. **A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ensino de Ciências e Matemática) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SEGATTO, R.; Teixeira, A. C. Utilização do Robô Cubetto em Um Processo De Formação Docente Para Professores Da Educação Básica Na Área Da Robótica Educacional, **ENCITEC** –Santo Ângelo -Vol. 11, n. 1., p. 219-236, jan./abr. 2021

SILVA, F. K; COSTA, C. P. O ensino de funções exponenciais por engrenagens Robóticas, **Texto Livre**, 2020.

WILDNER, M. C. S.; QUARTIERI, M. T; REHFELDT, J. H. Robomat: um recurso robótico para o estudo de áreas e perímetros, **Novas Tecnologias na Educação**, 2016.

ZANETTI, H. A. P.; OLIVEIRA, C. L. V. **Prática de ensino de Programação de Computadores com Robótica Pedagógica e aplicação de Pensamento Computacional**, In: Anais dos Workshops do CBIE 2015.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.